

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001年11月1日 (01.11.2001)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 01/82308 A1

(51) 国際特許分類: G21F 5/00, 9/36,  
G21C 19/32, B21K 21/06, B21J 5/00

(21) 国際出願番号: PCT/JP01/02420

(22) 国際出願日: 2001年3月26日 (26.03.2001)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2000-124778 2000年4月25日 (25.04.2000) JP  
特願2000-205872 2000年6月5日 (05.06.2000) JP

(71) 出願人 (フランス、イタリア、日本、韓国についてのみ):  
日本鑄鍛鋼株式会社 (JAPAN CASTING & FORGING  
CORPORATION) [JP/JP]; 〒101-0062 東京都千代田区  
神田駿河台二丁目1番20号 お茶の水ユニオンビル4F  
Tokyo (JP).

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱重  
工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES,  
LTD.) [JP/JP]; 〒100-8315 東京都千代田区丸の内二丁  
目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 船越 義  
彦 (FUNAKOSHI, Yoshihiko) [JP/JP]. 恒住 毅

(TSUNEZUMI, Takeshi) [JP/JP]. 水野直洋 (MIZUNO,  
Naohiro) [JP/JP]. 徳野勝彦 (TOKUNO, Katsuhiko)  
[JP/JP]. 松本親行 (MATSUMOTO, Chikayuki) [JP/JP];  
〒804-0002 福岡県北九州市戸畑区大字中原先の浜  
46番地59 日本鑄鍛鋼株式会社内 Fukuoka (JP). 田浦  
良治 (TAURA, Ryouji) [JP/JP]; 〒729-0393 広島県三原  
市糸崎町5007番地 三菱重工業株式会社 紙・印刷機  
械事業部内 Hiroshima (JP). 白銀重徳 (SHIROGANE,  
Shigenori) [JP/JP]; 〒733-8553 広島県広島市西区観音  
新町四丁目6番22号 三菱重工業株式会社 広島研究  
所内 Hiroshima (JP). 大園勝成 (OHSONO, Katsunari)  
[JP/JP]. 松岡寿浩 (MATSUOKA, Toshihiro) [JP/JP]; 〒  
652-8585 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1  
号 三菱重工業株式会社 神戸造船所内 Hyogo (JP).

(74) 代理人: 酒井宏明, 外 (SAKAI, Hiroaki et al.) ; 〒  
100-0013 東京都千代田区霞ヶ関三丁目2番6号 東京  
倶楽部ビルディング Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, CZ, JP, KR, RO, US.

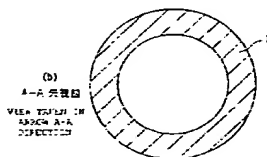
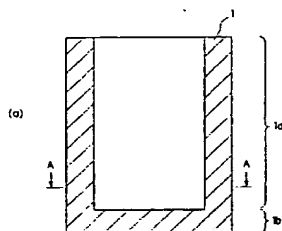
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,  
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: RADIOACTIVE SUBSTANCE CONTAINMENT VESSEL, AND RADIOACTIVE SUBSTANCE CONTAINMENT  
VESSEL PRODUCING DEVICE AND PRODUCING METHOD

(54) 発明の名称: 放射性物質格納容器、並びに放射性物質格納容器の製造装置および製造方法



(57) Abstract: A metal billet used for hot expansion forming is of square shape in section on its front side as viewed in the press direction, and its diagonal length is not more than the inner diameter of a container. Further, the rear side as viewed in the press direction is circular in section and its diameter is substantially equal to the inner diameter of the container. This metal billet is heated to a press work temperature and then charged into a press forming container. And the metal billet is subjected to hot expansion forming while being centrally drilled by a drilling punch operated by a press pressure device, thereby forming a bottomed vessel for casks.

WO 01/82308 A1



---

(57) 要約:

熱間拡張成形に使用する金属ビレットは、プレス方向の前方側は断面形状が正方形であり、その対角線長さはコンテナの内径以下である。また、プレス方向の後方側は断面形状が円形であり、その直径はコンテナの内径と略同等である。この金属ビレットをプレス加工温度に加熱した後プレス成形用コンテナに装入し、プレス加圧機によって作動する穿孔ポンチによってこの金属ビレットの加工物中心を穿孔しながら熱間拡張成形して、キャスク用の底付容器を成形する。

## 明 細 書

放射性物質格納容器、並びに放射性物質格納容器の製造装置および製造方法

## 5 技術分野

この発明は、例えば使用済み核燃料集合体や放射線に汚染された物質を収容して搬送、貯蔵するキャスクのような厚肉容器に関し、その中でも胴部と底部とを一体に成形した厚肉容器、または大型プレス機のシリンダとして使用できる厚肉の筒物、あるいは放射線に汚染された物質を収納するキャニスタに関するものであつて、製造に手間を要せず、端面形状に優れた容器、筒物およびそれらの製造装置、並びにそれらの製造方法に関する。

## 背景技術

原子炉から生ずる使用済み核燃料を収納して搬送し、一時的に貯蔵するためのキャスクや大型プレス機械に使用するシリンダ等には、筒の高さや径等が数メートルにも及ぶ容器が使用されている。これらの容器は $\gamma$ 線を遮蔽する、あるいは高圧に耐える等の観点から、容器の肉厚が数十センチメートル程度のものも存在している。ここでは、使用済み核燃料を収納して搬送し一時的に貯蔵するためのキャスクを例にとって、これらの用途に使用されてきた従来の容器について説明する。

第29図は、従来のキャスクの一例を示す断面図である。このキャスク500は、ステンレス製或いは炭素鋼製の胴部501aおよび底部501bで容器501を形成し、この容器501内に配置されて使用済み核燃料集合体を収容するバスケット502と、容器501の外周に設けた中性子遮蔽体503とから構成されている。中性子遮蔽体503は外筒504と容器501との間の空間に充填されており、容器501と外筒504との間には複数の伝熱フィン（図示省略）が設けられている。バスケット502には、中性子吸収能を有するボロンを添加し

た材料が用いられている。

前記容器 5 0 1 には、ステンレス製或いは炭素鋼製の底板 5 0 1 b が T I G 溶接 (tungsten-inert gas welding) 或いは S A W (submerged-arc welding) されている。この底板 5 0 1 b には中性子遮蔽材 5 0 6 が封入されている。また、容器 5 0 1 の上部には一次蓋 5 0 7 および二次蓋 5 0 8 がボルトによって取付けられる。二次蓋 5 0 8 内には、中性子遮蔽材 5 0 9 が封入されている。

使用済み燃料集合体から発生した  $\gamma$  線は、胴部 5 0 1 a、底板 5 0 1 b、一次蓋 5 0 7 および二次蓋 5 0 8 により遮蔽される。また、中性子は、容器 5 0 1 の外周に設けた中性子遮蔽材 5 0 3、底板 5 0 1 b および二次蓋 5 0 8 に封入された中性子遮蔽材 5 0 6、二次蓋 5 0 8 によって遮蔽される。使用済み燃料集合体の崩壊熱は、容器 5 0 1 から伝熱フィンを介して外筒 5 0 4 に伝わり、そこから外部に放熱される。

つぎに、これまで第 2 9 図に示したキャスクの底付容器を製造するために使用されてきた方法を説明する。第 3 0 図は、第 2 9 図に示したキャスクの底付容器を製造する方法の一例を示す説明図である。まず、同図 (a) に示すように、所定寸法に鍛伸した金属ビレット 6 1 を穿孔穴付のアンビル 6 2 上に据え付け、ポンチ 6 3 によって穴あけを行う。つぎに、同図 (b) ~ (c) に示すように、金属ビレット 6 1 の穴 6 4 にマンドレル 6 5 を通し、回転させながらハンマー 6 6 で前記穴 6 4 を広げる。続いて、同図 (d) に示すように、大径のマンドレル 6 7 に交換し、ハンマー 6 8 を用いて中空鍛伸成形を行う。これにより、金属ビレット 6 1 が薄肉化され、円筒状の胴が成形される (同図 (e))。

第 3 1 図は、エルハルト穿孔法によって底付容器を製造する方法を示す説明図である。この方法は、コンテナに装入した金属ビレット 2 0 0 にポンチ 4 1 0 を押し込むことによって金属ビレット 2 0 0 を円筒に成形する方法である。この金属ビレット 2 0 0 は断面形状が矩形であり、その対角線長さはコンテナの胴部 3 0 0 の内径に等しい。また、金属ビレット 2 0 0 の断面は矩形であるため、金属ビレット 2 0 0 とコンテナとの間に空間 3 5 0 が存在する (同図 (a'))。金属



ビレット 200 をコンテナの胴部 300 に装入し、ポンチ 410 をこの金属ビレット 200 の中心軸に押し込むと、ポンチ 410 のメタル膨出作用によってメタルフローが起こる。このメタルフローは空間 350 を満たしながら、またその一部はコンテナの胴部 300 内を上昇しながら金属ビレット 200 は円筒形状に成形される (同図 (b))。

また、後方押しプレス加工法 (図示せず) によっても前記キャスクの底付容器を製造することができる。後方押しプレス加工法とは、コンテナの内径と略等しい円形断面の金属ビレットを該コンテナ内に装入した後、該金属ビレットの中心軸に沿って押圧するポンチの圧縮力によって、ポンチとコンテナとの間にメタルフローを起こさせる。そしてメタルを後方向へ上昇させながら、金属ビレットを長尺円筒状に成形するプレス加工法である。

上記したいずれかの方法によって円筒状の胴部 501 a を成形したら、その下部に底板 501 b を溶接する。さらに、当該溶接による熱応力を除去するために容器 501 ごと熱処理を行う。

しかしながら、上記従来のキャスク 500 では底付容器とするために、円筒状の胴部 501 a に底板 501 b を溶接により接合するようにしているため、溶接後に熱処理を施す必要がある。このため、製造に手間を要するという問題点があった。また、エルハルト穿孔法においては、第 31 図に示すように空間 350 を上昇するメタル先端部分の温度降下が災いして擦り疵や波形形状の欠陥が生ずる。さらに同図に示すように、円筒端部においては形状不良部 (同図 (b)) が必然的に発生するため、一定量この部分を切り捨てなければならず、歩留りを大幅に低下させる原因となっていた。

また、後方押しプレス加工法においては、コンテナと金属ビレットとの間で高い摩擦力を発生しながら金属ビレットを成形する。このため、金属ビレットの表面には外面があばた状の疵や筋状の疵といった多くの欠陥が生じ、その手直し作業に長時間を要するという問題があった。

さらに、エルハルト穿孔法および後方押しプレス加工法ともに、成形する容

器の寸法および肉厚が大きくなると、プレスに要する圧力は極めて大きくなる。  
したがって、これらの方法では、寸法および肉厚の大きい容器を製造することが  
困難であった。そこで、この発明は、上記に鑑みてなされたものであって、製造  
に手間を要しない容器を提供すること、円筒端部や容器表面に生ずる欠陥を抑制  
5 できる容器を提供することのいずれかを達成することを目的とする。

#### 発明の開示

この発明に係る放射性物質格納容器は、金属ビレットを成形用コンテナ内にお  
いて熱間拡張することで底部と胴部とを一体成形した厚肉の底付容器を有するこ  
10 とを特徴とする。

次の発明に係る放射性物質格納容器は、金属ビレットを成型用コンテナ内にお  
いて熱間拡張して胴部を加工したときに前記胴部の一端側に穿孔未完部を残して  
これを底部とし、当該底部を前記胴部と一体成形した厚肉の底付容器を有するこ  
とを特徴とする。

15 上記の放射性物質格納容器は、底部と胴部とが一体形成された底付容器を用い  
ることにより、従来のような底板の溶接が不要になり、溶接の熱処理が省略でき  
る。また、上記の底付容器は熱間拡張により成形されるので、そのプレス圧は例  
えば熱間後方押出し成形等に比べて小さなプレス圧で済む。なお、熱間プレス加  
工や据え込み絞り成形にあたっては、通常知られている押し抜き加工、絞り加工  
20 を組み合わせて行うことが可能であり、下記に開示する詳細な加工方法に限定さ  
れない。また、本発明の放射性物質格納容器には、使用済み核燃料のほか、放射  
線に汚染された物質などを格納することができる。

上記放射性物質格納容器が備えている底付容器には、使用済み核燃料を輸送・  
貯蔵するキャスクに使用される容器のように半径に対して肉厚の厚い、いわゆる  
25 厚肉容器が含まれる。ここで厚肉容器とは、外半径 $R_o$ と内半径 $R_i$ との差、すな  
わち肉厚 $t = R_o - R_i$ と平均半径 $R = (R_o + R_i) / 2$ との比 $(t / R) > 1 /$   
 $10$ であるような容器をいう。なお、容器の断面形状が円形でない場合には、外

半径 $R_o$ と内半径 $R_i$ および平均半径の算出に等価直径 $d_e = s / \pi$ を使用してもよい。ここで $s$ は断面の周長さであり、一辺の長さを $a$ とすると正方形の場合には $s = 4 \times a$ である。

また、この発明に係る底付容器は、上記厚肉容器のなかでも軸方向の長さが数メートルにも及ぶ使用済み核燃料を収納するキャスクのように、軸方向長さ $L$ と内径 $D_i$ との比 $(L/D_i)$ が1以上の容器に適している。また、放射性物質収納容器であるキャニスタにも、本発明を適用してよい。なお、 $(L/D_i)$ が1未満の場合には効果がないわけではなく、 $(L/D_i)$ が1よりも大きくなる程、この発明の効果が顕著に現れる。

つぎの発明に係る放射性物質格納容器は、上記放射性物質格納容器において、上記金属ビレットの軸方向に垂直な断面形状が多角形であるとともに、上記成形用コンテナの軸方向に垂直な断面内形状が円状であることを特徴とする。

この放射性物質格納容器は、底部と胴部とが一体形成された底付容器を用いることにより、従来のような底板の溶接が不要になる。また、上記の底付容器は軸方向に垂直な断面形状が多角形である金属ビレットを軸方向に垂直な断面内形状が円状である成形用コンテナに装入して熱間拡張成形する。この成形過程では、多角形の各辺を曲げる作用によって拡張成形されるため、従来よりも小さいプレス圧力で底部と胴部とを一体として底付容器を成形できる。

つぎの発明に係る放射性物質格納容器は、上記放射性物質格納容器において、上記金属ビレットの軸方向に垂直な断面形状が多角形であるとともに、上記成形用コンテナの軸方向に垂直な断面内形状が多角形であることを特徴とする。

この放射性物質格納容器は、底部と胴部とが一体形成された底付容器を用いることにより、従来のような底板の溶接が不要になる。また、上記の底付容器は軸方向に垂直な断面形状が多角形である金属ビレットを軸方向に垂直な断面内形状が多角形である成形用コンテナに装入して熱間拡張成形する。この成形過程では、多角形の各辺を曲げる作用によって拡張成形されるため、従来よりも小さいプレス圧力で底部と胴部とを一体として底付容器を成形できる。また、成形用コンテ

ナの内形を変えることによって、さまざまな放射性物質格納容器に対応した外形の底付容器を容易に成形できる。

つぎの発明に係る放射性物質格納容器は、成形用コンテナ内において熱間拡張成形によって底部と胴部とを一体とした、使用済み核燃料集合体のバスケットを  
5 収納する底付容器を有することを特徴とする。ここで、上記バスケットは例えば角パイプをまとめて構成され、その軸方向に垂直な断面形状は第15図(d)に示す底付容器の断面内形状のようなものがある。また、その外径は2～2.5メートル程度に及ぶ。

この放射性物質格納容器は、使用済み核燃料集合体を収納する厚肉で且つ軸方向の寸法が数メートル、内径が2～2.5メートルにも及ぶ底付容器を用いることにより、従来のような底板の溶接が不要になり、溶接後の熱処理が省略できる。  
10 特に、厚肉で且つ軸方向の寸法が数メートル、内径が2～2.5メートルにも及ぶこの底付容器においては、上記工程を省略できる効果は極めて大きい。

この程度の大きさの容器になると、本発明に係る底付容器は、底板を溶接によって取付けた従来の容器と比較すると一ヶ月程度早く製造できる。この差は、溶接そのものに要する時間と溶接後熱処理および徐冷に要する時間に起因するものである。本発明に係る底付容器はこれらの処理が不要であるため、製造期間を大幅に短縮できるのである。  
15

つぎの発明に係る放射性物質格納容器は、上記放射性物質格納容器において、  
20 上記穿孔ポンチの断面が使用済み核燃料集合体のバスケットの断面に近似する寸法形状であることを特徴とする。

この放射性物質格納容器は、穿孔ポンチの断面が容器内部に収納する使用済み核燃料集合体のバスケットの断面に近似する寸法形状となっているので、熱間拡張成形後に容器内部を切削する作業が容易になり、製造に手間を要しない。ここで、「穿孔ポンチの断面が使用済み核燃料集合体のバスケットの断面に近似する寸法形状」とは、穿孔ポンチ断面の寸法形状が、使用済み核燃料集合体のバスケットの寸法形状と成形する底付容器内部の削り代との差に略等しい関係をいう。  
25

本発明に係る穿孔ポンチには、例えば第27図の(c)および(d)に示すような穿孔ポンチ27cあるいは27dが使用できる。また、前記バスケットの断面形状には例えば第15図(c)および(d)に示す底付容器の断面内形状のようなものがあり、本発明に係る穿孔ポンチの断面形状は、これらの形状に近似させることができる。さらに、例えば使用済み核燃料集合体のバスケットの断面形状が第15図(d)に示す底付容器の断面内形状のようなものであるときに、同図(c)に示すような断面内形状の底付容器内部を切削して同図(d)に示すような断面内形状に成形する場合を考える。この場合に同図(c)に示すような断面内形状を成形する穿孔ポンチの断面も、前記バスケットの断面に近似する寸法形状を持つ関係にあるといえる。

つぎの発明に係る放射性物質格納容器は、成形用コンテナ内において熱間拡張成形によって底部と胴部とを一体に成形した底付容器内に放射性物質を収納した場合に、前記胴部側面略中央部の外壁表面における $\gamma$ 線の線量当量率が $200\mu\text{Sv/h}$ 以下である底付容器を有することを特徴とする。

この放射性物質格納容器に使用される底付容器は、使用済み核燃料を輸送・貯蔵するものであるため、使用済み核燃料から放射する $\gamma$ 線を遮蔽する機能が要求される。放射性物質格納容器の側面略中央部の外壁表面における $\gamma$ 線の線量当量率は小さいほど望ましいが、 $2000\mu\text{Sv/h}$ 以下であれば、「核燃料物質等の工場又は事業所外における運搬に関する規則（昭和53年12月28日付、総理府令第57号）（最終改正 平成2年11月28日付、総理府令第56号）」、「核燃料物質等の工場又は事業所外における運搬に関する技術上の基準に係る細目等を定める告示（昭和53年12月28日付、科学技術庁告示第11号）（最終改正平成2年11月28日付、科学技術庁告示第5号）」および「使用済燃料の乾式キャスク貯蔵に関する技術的検討（平成4年7月 資源エネルギー庁）」に基づく輸送、貯蔵の基準に適合するとされる。本発明の放射性物質格納容器に使用される底付容器はさらに安全を考慮したものであって、当該底付容器をステンレス鋼や炭素鋼等で作られた肉厚が数十cmにも及ぶ厚肉容器とすることで、この値の1

／10程度まで上記線量当量率を下げるができる。

この放射性物質格納容器では、このような厚肉容器の胴部と底部とを一体として成形したため、従来のような底板の溶接が不要になり、溶接後の熱処理が省略できる。特に、このような厚肉の底付容器においては、上記工程を省略できる効果は極めて大きい。

つぎの発明に係る放射性物質格納容器は、上記放射性物質格納容器において、前記底付容器は前記底付容器は外径が、1000mm以上3000mm以下であり、肉厚が150mm以上300mm以下であることを特徴とする。

この放射性物質格納容器は、底部と胴部とが一体形成された底付容器を用いることによって従来のような底板の溶接が不要になり、溶接後の熱処理が省略できる。特に厚肉の底付容器においては、上記工程を省略できる効果は大きい。

つぎの発明に係る放射性物質格納容器は、少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成した金属ビレットを成形用コンテナに装入し、穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込み当該金属ビレットを熱間拡張成形し底部と胴部とを一体に成形した底付容器を有することを特徴とする。

この放射性物質格納容器では、底部と胴部とが一体となって成形された底付容器を備えている。このような底付容器を用いることにより、従来のような底板の溶接が不要になり、溶接後の熱処理が省略できる。また、この底付容器は従来よりも低いプレス圧力で成形でき、さらにコンテナ軸方向への金属の移動を最小にしているため、端部や容器表面に生ずる欠陥が少ない。このため成形後にこれらの欠陥を修正する手間が少なく済む。

この放射性物質格納容器が備えている底付容器は、軸方向の長さが数メートルにも及ぶ使用済み核燃料を収納するキャスクのように、軸方向長さ $L$ と内径 $D_i$ との比( $L/D_i$ )が1以上の容器に適している。このような軸方向に対して長い厚肉の底付容器を従来の熱間加工法で成形しようとする、数万tonのプレス圧力が必要であり、また、成形後の底付容器には端部や表面に多くの欠陥が発生していた。したがって、従来はロール鍛造法等によって製造した厚肉の円筒に

底を溶接してこのような厚肉の容器を製造していた。

これに対してこの発明に係る底付容器は、一回の加工によって使用済み核燃料集合体を収納できるような、軸方向に対して長い厚肉の底付容器として成形できる。またそのときのプレス圧力は一万 t o n 程度であるため、既存の大型プレス機を使用でき、また容器の端部や表面にはほとんど欠陥が発生しないため、成形後の修整もほとんど必要ない。

また、上記の容器ほど寸法が大きい容器でない場合には、仮に  $(t/R)$  が  $1/10$  を超えるような厚肉容器を熱間プレス成形で作る場合であっても、プレス圧力はそれほど要しない。しかしながら、成形後の底付容器には端部や表面に多くの欠陥が生ずる。このためこのような容器を熱間プレス成形によって成形することは困難であったが、この底付容器は一回の加工によって  $(t/R)$  が  $1/10$  を超えるような厚肉容器も成形でき、また端部や表面にはほとんど欠陥が発生しない。

つぎの発明に係る放射性物質格納容器は、底部および胴部が熱間プレス加圧により一体成形され、使用済み燃料などの放射性物質から発生した  $\gamma$  線を遮蔽する底付容器と、この底付容器の周囲に配置され、放射性物質から発生した中性子を遮蔽する中性子遮蔽材と、底付容器の開口を塞ぐ蓋とを備えたことを特徴とする。

つぎの発明に係る放射性物質格納容器は、底部を有する胴部内に使用済み燃料などの放射性物質を收容してこの放射性物質で発生した  $\gamma$  線を遮蔽する底付容器と、この底付容器の周囲に配置され、放射性物質で発生した中性子を遮蔽する中性子遮蔽材とを有し、金属ビレットを加熱して据え込み絞り成形することで前記底部と胴部とを一体に成形したことを特徴とする

この放射性物質格納容器では、底部と胴部とが一体となって底付容器が成形される。このような底付容器を用いることにより、従来のような底板の溶接が不要になり、後の熱処理が省略できる。熱間プレス加工や据え込み絞り成形にあたっては、通常知られている押し抜き加工、絞り加工を組み合わせる行うことが可能であり、下記に開示する詳細な加工方法に限定されない。なお、この放射性物質

格納容器には、使用済み燃料のほか、放射線に汚染された物質などを格納することができる。

つぎの発明に係る放射性物質格納容器は、上記放射性物質格納容器において、さらに、前記底付容器の成形時において、底部にざぐり部を一体成形したことを  
5 特徴とする。この放射性物質格納容器は、金属ビレットが熱間拡張成形されると同時に、底部にもざぐり部を設けた底付容器である。キャスクにおいては、底部に中性子吸収材を備えるために、容器の底部にはざぐり部が設けられている。従来は、切削加工や、あるいは予めざぐり部を設けた底板を胴部に溶接することによってこのざぐり部を設けていたため、製造に手間を要していた。この底付容器  
10 においては、熱間拡張成形時にざぐり部も一体として成形するため、ざぐり部を設けるための工程が省略できる。

つぎの発明に係る放射性物質格納容器は、上記放射性物質格納容器において、さらに、前記底付容器の胴部にフランジを一体として設けたことを特徴とする。従来の放射性物質格納容器ではフランジ部を別に製造して胴部に溶接して取付け  
15 ていたため、溶接後の熱処理が必要になる等、製造に手間を要していた。また、放射性物質格納容器では容器自体の密閉性や強度が求められるため、溶接部においては高い健全性が要求されている。本発明に係る底付容器によれば、フランジと胴体とを一体に成形しているため、溶接および溶接後熱処理工程を省略しつつ、容器自体の密閉性や強度も確保できる。

つぎの発明に係る放射性物質格納容器は、上記放射性物質格納容器において、さらに、前記底付容器は、その胴部の外側断面または内側断面のうち少なくとも一方を多角形としたことを特徴とする。特に放射性物質格納容器であるキャスク  
20 に使用する底付容器にはバスケットが収容されるので、底付容器の内側断面形状をバスケットに合わせた形状に成形するようにするのが好ましい。これまでは、  
25 底付容器の内側断面形状を円形に成形した後、切削加工等によってバスケットに合わせた形状に成形していた。この放射性物質格納容器は、底付容器を拡張成形する際に容器の内側断面形状をバスケットに合わせた形状に成形できるため、従



来必要であった上記切削工程を省略できる。なお、胴部の内側断面における多角形には三角形や四角形といったいわゆる多角形他、第15図(c)および(d)に示すような形状も、ここでいう多角形に含まれるものとする。以下同様である。

5 つぎの発明に係る金属ビレットは、少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成したことを特徴とする。

この熱間拡張成形用金属ビレットは、少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成したため、熱間拡張成形時には多角形の各辺を曲げる作用によって金属ビレットをコンテナの内壁方向へ拡張成形する。そして、熱間拡張成形時にはプレス方向の前方側とコンテナ胴との間に存在する空間に金属ビレットが拡張するため、プレス方向の反対方向へ金属が流れる現象を抑制する。これらの作用によって、この熱間拡張成形用金属ビレットでは、従来と比較して数分の一のプレス圧力で、軸方向の長さとの比が1以上の厚肉容器を成形できる。また成形後における容器の端部や表面に生ずる欠陥も抑制できる。

15 つぎの発明に係る熱間拡張成形用金属ビレットは、プレス方向の前方側における側面またはプレス方向の後方側における側面のうち少なくとも一方に、少なくとも一つの平面を備えたことを特徴とする。

この熱間拡張成形用金属ビレットは、側面に少なくとも一つの平面を備えており、この平面を成形用コンテナの内壁側へ曲げる作用によって拡張成形されるため、熱間拡張成形時に要するプレス圧力は側面が曲面である場合よりも小さくて済む。したがって、従来よりも小さいプレス圧力で、軸方向に長い厚肉の容器を成形できる。また、側面が曲面である場合と比較して、割れ等の内部欠陥も低減できる。

25 つぎの発明に係る熱間拡張成形用金属ビレットは、上記熱間拡張成形用金属ビレットにおいて、さらに、前記金属ビレットのプレス方向の前方側に、プレス方向に向かって細くなるテーパを設けたことを特徴とする。

つぎの発明に係る熱間拡張成形用金属ビレットは、上記熱間拡張成形用金属ビ

レットにおいて、さらに、前記金属ビレットのプレス方向前方側が、プレス方向に向かって段階的に細くなるように少なくとも一以上の段部を設けたことを特徴とする。

- 上記の熱間拡張成形用金属ビレットは、熱間拡張成形の最終段階において、プレス方向の前方側における金属が底部周辺に充満するタイミングを遅くできるので、金属ビレットの据込みを抑制できる。その結果、熱間拡張成形時におけるプレス圧力を小さくすることができる。

- つぎの発明に係る熱間拡張成形用金属ビレットは、側面に少なくとも一つの平面を備え、且つプレス方向の後方側における端部に成形用コンテナの入口端部と係合する張出部を備えたことを特徴とする。

- この熱間拡張成形用金属ビレットは、プレス方向の後方側における端部に張出部を備えているため、この張出部が熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する。この作用により、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなってプレス方向の前方側における金属ビレットの据え込みを抑制できる。また、側面に少なくとも一つの平面を備えているため、この平面を曲げる作用および金属の流れを抑制する作用も生ずる。したがって、これらの相互作用によってプレス圧力を小さく抑えることができる。また、この金属ビレットは、製造時に予め張出部を金属ビレットのプレス方向の後方側に設けてある。このため、熱間拡張成形工程へ移る前にコンテナの胴部上にプレス方向の後方側に張出部を形成する工程が不要となるので、容器の製造工程を簡略にすることができる。なお、この金属ビレットは、断面の形状が軸方向にわたって一定である。

つぎの発明に係る熱間拡張成形用金属ビレットは、少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成し、且つプレス方向の後方側に成形用コンテナの入口端部と係合する張出部を備えたことを特徴とする。

- この熱間拡張成形用金属ビレットは、プレス方向の後方側に張出部を備えているため、この張出部が熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する。この作用により、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなってプレス方向

の前方側における金属ビレットの据え込みを抑制できる。また、少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成してあるので、この平面を曲げる作用および金属の流れを抑制する作用も生ずる。したがって、これらの相互作用によってプレス圧力を小さく抑えることができる。また、この

5 金属ビレットは、製造時に予め張出部を金属ビレットのプレス方向の後方側に設けてある。このため、熱間拡張成形工程へ移る前にコンテナの胴部上にプレス方向の後方側に張出部を形成する工程が不要となるので、容器の製造工程を簡略にすることができる。

つぎの発明に係る熱間拡張成形用金属ビレットは、少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成し、且つプレス方向の前方側がプレス方向に向かって段階的に細くなるように少なくとも一以上の段部を設け、さらにプレス方向の後方側に成形用コンテナの入口端部と係合する張出部を備えたことを特徴とする。

10

この熱間拡張成形用金属ビレットは、プレス方向の後方側に張出部を備えているため、この張出部が熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する。この作用により、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなってプレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。また、少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成してあるので、この多角形断面の各辺を曲げる作用および金属の流れを抑制する作用も生ずる。さらにプレス前方側はプレス方向に向かって段階的に細くなるようにしているので、成形用コンテナの底部に金属が充満するタイミングを遅らせることができる。したがって、これらの相互作用によってプレス圧力を小さく抑えることができる。また、この

20 金属ビレットは、製造時に予め張出部を金属ビレットのプレス方向の後方側に設けてある。このため、熱間拡張成形工程へ移る前にコンテナの胴部上にプレス方向の後方側に張出部を形成する工程が不要となるので、容器の製造工程を簡略にすることができる。なお、プレス前方側は段階的に細くしてあるため、成形が比較的容易になる。

25

つぎの発明に係る熱間拡張成形用金属ビレットは、プレス方向の前方側における側面またはプレス方向の後方側における側面のうち少なくとも一方に少なくとも一つの平面を備え、且つプレス方向の前方側がプレス方向に向かって段階的に細くなるように少なくとも一以上の段部を設け、さらにプレス方向の後方側に成形用コンテナの入口端部と係合する張出部を備えたことを特徴とする。

この熱間拡張成形用金属ビレットは、プレス方向の後方側に張出部を備えているため、この張出部が熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する。この作用により、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなってプレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。また、金属ビレットの側面のうち少なくとも一方に少なくとも一つの平面を備えているので、この平面を曲げる作用および金属の流れを抑制する作用も生ずる。さらにプレス前方側はプレス方向に向かって段階的に細くなるようにしているので、成形用コンテナの底部に金属が充填するタイミングを遅らせることができる。したがって、これらの相互作用によってプレス圧力を小さく抑えることができる。また、この金属ビレットは、製造時に予め張出部を金属ビレットのプレス方向の後方側に設けてある。このため、熱間拡張成形工程へ移る前にコンテナの胴部上にプレス方向の後方側に張出部を形成する工程が不要となるので、容器の製造工程を簡略にすることができる。なお、プレス前方側は段階的に細くしてあるため、成形が比較的容易になる。

つぎの発明に係る容器は、金属ビレットを成型用コンテナ内において熱間拡張することで底部と胴部とを一体成形したことを特徴とする。

つぎの発明に係る容器は、金属ビレットを成型用コンテナ内において熱間拡張して胴部を加工したときに前記胴部の一端側に穿孔未完部を残してこれを底部とし、当該底部を前記胴部と一体成形したことを特徴とする。

上記発明に係る容器は、底部と胴部とが一体形成された底付容器を用いることにより、従来のような底板の溶接が不要になり、後の熱処理が省略できる。また、上記の底付容器は熱間拡張により成形されるので、そのプレス圧は例えば熱間後方押し出し成形等に比べて小さなプレス圧で済む。なお、熱間プレス加工や据え込

み絞り成形にあたっては、通常知られている押し抜き加工、絞り加工を組み合わせる行うことが可能であり、下記に開示する詳細な加工方法に限定されない。

また、上記容器には大型プレス機用のシリンダ等のように、半径に対して肉厚の厚い、いわゆる厚肉容器が含まれる。ここで厚肉容器とは、外半径 $R_o$ と内半径 $R_i$ との差、すなわち肉厚 $t = R_o - R_i$ と平均半径 $R = (R_o + R_i) / 2$ との比 $(t / R) > 1 / 10$ であるような容器をいう。なお、容器の断面形状が円形でない場合には、外半径 $R_o$ と内半径 $R_i$ および平均半径の算出に等価直径 $d_e = s / \pi$ を使用してもよい。ここで $s$ は断面の周長さであり、一辺の長さを $a$ とすると正方形の場合には $s = 4 \times a$ である。

この発明に係る容器は、上記厚肉容器のなかでも軸方向長さ $L$ と内径 $D_i$ との比 $(L / D_i)$ が1以上の容器に適している。本発明に係る他の容器としては、圧力容器であるボイラーのように、比較的薄肉の容器も含まれる。さらに、本発明に係る他の容器は、化学プラント用容器、石油精製プラント用リアクタ容器、アンモニア合成槽、あるいは熱交換器用容器、ボイラー等の圧力容器、水力発電用の水車を収める大型回転機器用のケーシング、潜水艦あるいは潜水艇の胴等

に使用する容器も含まれる。

つぎの発明に係る容器は、上記容器において、上記金属ビレットの軸方向に垂直な断面形状が多角形であるとともに、上記成形用コンテナの軸方向に垂直な断面内形状が円状であることを特徴とする。

この容器は、底部と胴部とが一体形成された底付容器を用いることにより、従来のような底板の溶接が不要になる。また、上記の底付容器は軸方向に垂直な断面形状が多角形である金属ビレットを軸方向に垂直な断面内形状が円状である成形用コンテナに装入して熱間拡張成形する。この成形過程では、多角形断面の一辺を曲げる作用によって金属ビレットが拡張成形されるため、従来よりも小さい圧力で底付容器を成形できる。

つぎの発明に係る容器は、上記容器において、上記金属ビレットの軸方向に垂直な断面形状が多角形であるとともに、上記成形用コンテナの軸方向に垂直な断

面内形状が多角形であることを特徴とする。

- この容器は、底部と胴部とが一体形成された底付容器を用いることにより、従来のような底板の溶接が不要になる。また、上記の底付容器は軸方向に垂直な断面形状が多角形である金属ビレットを軸方向に垂直な断面内形状が多角形である
- 5 成形用コンテナに装入して熱間拡張成形する。この成形過程では、多角形の各辺を曲げる作用によって拡張成形されるため、従来よりも小さいプレス圧力で底部と胴部とを一体として底付容器を成形できる。また、成形用コンテナの内形を変えることによって、用途に応じた外形の底付容器が得られる。

- つぎの発明に係る容器は、上記容器において、前記底付容器は外径が、200
- 10 mm以上4000mm以下であり、肉厚が20mm以上400mm以下であることを特徴とする。

この容器は、底部と胴部とが一体形成された底付容器を用いることにより、従来のような底板の溶接が不要になり、溶接後の熱処理が省略できる。特に厚肉の底付容器においては、上記工程を省略できる効果は大きい。

- 15 つぎの発明に係る容器は、少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成した金属ビレットを成形用コンテナに装入し、穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込み当該金属ビレットを熱間拡張成形し底部と胴部とを一体に成形したことを特徴とする。

- この容器は、厚肉の容器であり、底のない筒物および底部と胴部とが一体とな
- 20 って成形された底付容器の両方を含む。特に厚肉の底付容器の場合には、従来のような底板の溶接が不要になり、溶接後の熱処理が省略できる。また、プレスに要する圧力は従来よりも少なくて済むため、特に大型プレス機用のシリンダ等を使用される容器のように、厚肉で、且つ軸方向の寸法が数メートルにも及ぶ容器であっても従来の設備で製造できる。また、この容器は端部や容器表面に生ずる
- 25 欠陥が少ないため、成形後にこれらの欠陥を修正する手間が少なくて済む。

つぎの発明に係る容器は、上記容器において、さらに、前記底付容器は、その胴部の外側断面または内側断面のうち少なくとも一方を多角形としたことを特徴

とする。特に放射性物質格納容器であるキャスクに使用する底付容器にはバスケットが収容されるので、底付容器の内側断面形状をバスケットに合わせた形状に成形するようにするのが好ましい。これまでは、底付容器の内側断面形状を円形に成形した後、切削加工等によってバスケットに合わせた形状に成形していた。

- 5 この容器は、底付容器を拡張成形する際に容器の内側断面形状をバスケットに合わせた形状に成形できるため、従来必要であった上記切削工程を省略できる。

つぎの発明に係る底付容器の製造装置は、少なくともコンテナ胴部とコンテナ底部とを備え、前記コンテナ胴部と前記コンテナ底部とは前記コンテナ胴部の軸方向に対して相対的に移動できる成形用コンテナと、プレス加工機に取付けられ、  
10 前記成形用コンテナ内に装入された金属ビレットを加圧する穿孔ポンチと、を備えたことを特徴とする。

この底付容器の製造装置は、底部と胴部とが相対的に移動できるコンテナを備えている。このため、熱間拡張成形時に金属ビレットがコンテナの胴部をプレス方向と反対向きに動かそうとしたときには、コンテナの胴部は金属ビレットとともにプレス方向と反対向きに移動する。すなわち、コンテナの胴部と成形される  
15 金属ビレットが相対的に移動することはほとんどないため、熱間拡張成形時におけるプレス圧力の増加を抑制できる。

つぎの発明に係る底付容器の製造装置は、少なくとも軸方向に分割されているコンテナ胴部とコンテナ底部とを備え、前記コンテナ胴部と前記コンテナ底部とは前記コンテナ胴部の軸方向に対して相対的に移動できる成形用コンテナと、プレス加工機に取付けられ、前記成形用コンテナ内に装入された熱間拡張成形用金属ビレットを加圧する穿孔ポンチと、を備えたことを特徴とする。この底付容器の製造装置では、コンテナの胴部がその軸方向全体にわたって伸びるため、軸方向に長い金属ビレットを成形する場合であっても、熱間拡張成形時における金属  
20 ビレットの軸方向に対する変形をコンテナ全体で吸収できる。したがって軸方向に長い容器を成形する場合でも、プレス圧力の増加を抑制できる。

つぎの発明に係る放射性物質格納容器の製造方法は、底部と胴部とを熱間拡張

により一体成形した筒状の底付容器を周回転せしめ、工具を当てがいその外側を切削する工程と、前記底付容器の内部を、使用済み核燃料集合体を収納するバスケットの外周形状の少なくとも一部に合わせた形状に切削する工程と、を備えたことを特徴とする。

- 5        この放射性物質格納容器の製造方法は、底部と胴部とを一体に成形した底付容器の外側を切削して仕上げ、また内部を段状に切削加工して使用済み燃料集合体のバスケットの収納箇所を設けたり、あるいは内部を切削仕上げしたりして放射性物質格納容器を製造するものである。

- 10        つぎの発明に係る放射性物質格納容器の製造方法は、底部と胴部とを一体として底付容器を熱間拡張成形する工程と、前記底付容器の内部を、使用済み核燃料集合体を収納するバスケットの外周形状の少なくとも一部に合わせた形状に切削する工程と、を備えたことを特徴とする。

- 15        この放射性物質格納容器の製造方法は、熱間拡張成形によって底部と胴部とを一体として底付容器を成形し、その底付容器の外側を切削して仕上げ、また内部を段状に切削加工して使用済み核燃料集合体のバスケットの収納箇所を設けたり、あるいは内部を切削仕上げしたりして、放射性物質格納容器を製造するものである。

- 20        つぎの発明に係る容器の製造方法は、側面に少なくとも一つの平面を備えた金属ビレットを、内壁との間で隙間を持たせて成形用コンテナに装入する工程と、穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込むことでその平面を内壁側に曲げて金属ビレットを拡張成形する工程と、を備えたことを特徴とする。

- 25        この容器の製造方法では、金属ビレットの側面における平面を曲げる作用によって、金属ビレットが成形用コンテナの内壁側へ拡張する。また、金属ビレットと成形用コンテナ内壁との間に存在する空間に金属ビレットが拡張するため、金属ビレットの据込み現象が抑制できる。これらの作用によって、この容器の製造方法においては、プレス圧力が従来よりも小さくて済み、また成形後における容器の端部や表面に生ずる欠陥も抑制できる。



つぎの発明に係る容器の製造方法は、側面に少なくとも一つの平面を備え、且つプレス方向の後方側における端部に成形用コンテナの入口端部と係合する張出部を備えた金属ビレットを、内壁との間で隙間を持たせて当該成形用コンテナに装入する工程と、穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込むことでその平面を内  
5 壁側に曲げて金属ビレットを拡張成形する工程と、を備えたことを特徴とする。

この容器の製造方法では、プレス方向の後方側における端部に成形用コンテナの入口端部と係合する張出部を備えた金属ビレットを使用するので、この張出部が熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する。この作用により、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなって金属ビレットの据え込みを抑  
10 制できる。また、側面に少なくとも一つの平面を備えているため、この平面を曲げる作用およびプレス方向の反対側へ向う金属の流れを抑制する作用も生ずる。したがって、これらの相互作用によってプレス圧力を小さく抑えることができ、端面形状の劣化も抑制できる。

つぎの発明に係る容器の製造方法は、少なくともプレス方向の前方側における  
15 軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成した金属ビレットを成形用コンテナに装入し、穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込み当該金属ビレットを熱間拡張成形することを特徴とする。

この容器の製造方法においては、プレス方向の前方側においては、プレス方向の前方側とコンテナ胴との間に存在する空間に金属ビレットが拡張するため、プ  
20 レス方向の反対側へ向う金属の流れを抑制できるので、金属ビレットの据込み現象を抑制できる。このため、この容器の製造方法においては、プレス圧力が従来よりも小さくて済み、また成形後における容器の端部や表面に生ずる欠陥も抑制できる。

つぎの発明に係る容器の製造方法は、プレス方向の前方側における側面または  
25 プレス方向の後方側における側面のうち少なくとも一方に、少なくとも一つの平面を備えた金属ビレットを成形用コンテナに装入し、穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込み当該金属ビレットを熱間拡張成形する。

この容器の製造方法では、側面に少なくとも一つの平面を備えた金属ビレットを熱間拡張成形するため、熱間拡張成形時に要する力は側面が曲面である場合よりも小さくて済む。したがって、従来の容器の製造方法と比較してプレス圧力は小さくて済み、また、割れ等の内部欠陥も低減できる。

- 5 つぎの発明に係る厚物金属製円筒物または円筒容器の熱間プレス成形法は、プレス方向の前方側はコンテナの内径よりも小さい外径または対角線長さの外径をもつ断面形状の部材もしくはコンテナの内径と同等の対角線長さの外径をもつ断面形状の部材で、また後方側はコンテナの内径と同等な外径または対角線長さをもつ断面形状の部材からなる異径断面形状の継目無金属ビレットを、プレス加工  
10 温度に加熱した後プレス成形用コンテナに装入し、しかる後ポンチで該継目無金属ビレットの加工物中心を穿孔しながらプレス加工する事を特徴とする。

- このプレス成形法では、プレス後方側の厚肉部分の金属をコンテナ内を充満させながら加工されるため拘束力を高め、継目無金属ビレットの据え込み現象を抑制し、端面形状を良好にする。またプレス前方側は、プレス後方側から金属が供給され且つ高温度に加熱された鋼の良好な塑性加工の作用効果が伴って側方に押し広げられながら加工されるため、コンテナの空間を充満し成形されるため、継目無金属ビレットから、所定形状のプレス製品に製造される。この結果、継目無金属ビレットがプレス成形荷重を低減させ且つ製品歩留りを向上させ、さらに端面形状の優れたプレス成形品が得られる。
- 15

- 20 つぎの発明に係る筒物または容器の製造方法は、金属ビレットを成形用コンテナに装入し、プレス加圧機によって作動する穿孔ポンチによって当該金属ビレットを熱間拡張成形するにあたって、プレス方向の前方側はコンテナの内径以下の対角線長さをもつ外径の断面形状であり、また後方側はコンテナの内径と略同等な外径もつ断面形状である金属ビレットを、プレス加工温度に加熱した後プレス  
25 成形用コンテナに装入する工程と、前記穿孔ポンチで該金属ビレットの加工物中心を穿孔しながらプレス加工する工程と、を備えたことを特徴とする。

この方法では、プレス方向の前方側は対角線長さがコンテナの内径よりも小さ

い四角形断面の金属ビレットを使用するため、プレス方向の前方側における平面で構成された側面を曲げる作用によって、プレス圧力を従来よりも小さくできる。また、金属ビレットのプレス方向の後方側が、プレス方向の前方側の据え込みを抑制するため、端部や容器表面の欠陥も抑制でき、プレス圧力も低減できる。

- 5 つぎの発明に係る筒物または容器の製造方法は、金属ビレットを成形用コンテナに装入し、プレス加圧機によって作動する穿孔ポンチによって当該金属ビレットを熱間拡張成形するにあたって、プレス方向の前方側はコンテナの内径よりも小さい対角線長さの外径をもつ断面形状であり、また後方側はコンテナの内径と略同等な対角線長さをもつ断面形状である金属ビレットを、プレス加工温度に加
- 10 熱した後プレス成形用コンテナに装入する工程と、ポンチで該金属ビレットの加工物中心を穿孔しながらプレス加工する工程と、を備えたことを特徴とする。

- この方法では、プレス方向の前方側は対角線長さがコンテナの内径よりも小さい四角形断面の金属ビレットを使用するため、プレス方向の前方側における平面で構成された側面を曲げる作用によって、プレス圧力を従来よりも小さくできる。
- 15 また、この方法に使用する金属ビレットはプレス方向の前方側および後方側ともに角断面形状であるため、丸断面形状と比較して金属ビレットを比較的容易に加工できる。

- つぎの発明に係る筒物または容器の製造方法は、金属ビレットを成形用コンテナに装入し、プレス加圧機によって作動する穿孔ポンチによって当該金属ビレットを熱間拡張成形するにあたって、プレス方向の前方側はコンテナの内径よりも
- 20 小さい外径をもつ断面形状であり、また後方側はコンテナの内径と略同等な外径をもつ断面形状である金属ビレットを、プレス加工温度に加熱した後プレス成形用コンテナに装入する工程と、ポンチで該金属ビレットの加工物中心を穿孔しながらプレス加工する工程と、を備えたことを特徴とする。

- 25 上記の容器の製造方法では、プレス方向の前方側は対角線長さがコンテナの内径よりも小さい円形断面であるため、金属ビレットと成形用コンテナの内壁との間に生ずる空間へ、金属ビレットが拡張する。このため、プレス圧力を従来より

も小さくできる。また、金属ビレットのプレス方向の後方側がプレス方向の前方側の据え込みを抑制するため、端部や容器表面の欠陥も抑制でき、プレス圧力も低減できる。

5 つぎの発明に係る容器の製造方法は、側面に少なくとも一つの平面を備えた金属ビレットを、内壁との間で隙間を持たせて成形用コンテナに装入する工程と、前記金属ビレットを押し込むことにより当該金属ビレットのプレス方向の後方側を前記成形用コンテナの入口側端部に延出させる工程と、穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込むことでその平面を内壁側に曲げて金属ビレットを拡張成形する工程と、を備えたことを特徴とする。

10 この容器の製造方法は、熱間拡張成形前にコンテナの胴部上に金属ビレットのプレス方向の後方側を延出させる工程を含んでいる。この延出部は、熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する作用があるため、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなって、プレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。また、金属ビレットの平面を成形用コンテナの内壁側に曲げる作用によって金属ビレットを拡張成形する。これらの相互作用によって、この容器の製造方法は、後方押出し法等と比較して小さなプレス圧力で厚肉の容器を成形できる。

20 つぎの発明に係る容器の製造方法は、側面に少なくとも一つの平面を備え、且つプレス方向の後方側における端部に成形用コンテナの入口端部と係合する張出部を備えた金属ビレットを、内壁との間で隙間を持たせて成形用コンテナに装入する工程と、穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込むことでその平面を内壁側に曲げて金属ビレットを熱間拡張成形する工程と、を備えたことを特徴とする。

25 この容器の製造方法に使用する金属ビレットは、予めプレス方向の後方側における端部に成形用コンテナの入口端部と係合する張出部を備えている。このため、熱間拡張成形前にコンテナの胴部上に金属ビレットのプレス方向の後方側を延出させる工程が不要になるので、熱間拡張に要する時間が短くなる。その結果、金属ビレットの温度が下がらないうちに成形を終了できるため、端部形状はより良

好なものとなる。また、上記延出工程も省略できるため、製造に手間を要しない。

- 5 つぎの発明に係る容器の製造方法は、少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成した金属ビレットを成形用コンテナに装入する工程と、前記金属ビレットを押し込むことにより当該金属ビレットのプレス方向の後方側を前記成形用コンテナの入口側端部に延出させる工程と、穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込み当該金属ビレットを熱間拡張成形する工程と、を備えたことを特徴とする。

- 10 この容器の製造方法は、熱間拡張成形前にコンテナの胴部上に金属ビレットのプレス方向の後方側を延出させる工程を含んでいる。この延出部は、熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する作用があるため、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなって、プレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。また、少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成した金属ビレットを拡張成形するため、多角形の各辺を成形用コンテナの内壁側に曲げる作用が働く。これらの相互作用によって、この容器の製造方法は、後方押出し法等と比較して小さなプレス圧力で厚肉の容器を成形で  
15 きる。

- 20 つぎの発明に係る容器の製造方法は、プレス方向の前方側における側面またはプレス方向の後方側における側面のうち少なくとも一方に、少なくとも一つの平面を備えた金属ビレットを成形用コンテナに装入する工程と、前記金属ビレットを押し込むことにより当該金属ビレットのプレス方向の後方側を前記成形用コンテナの入口側端部に延出させる工程と、穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込み当該金属ビレットを熱間拡張成形する工程と、を備えたことを特徴とする。

- 25 この容器の製造方法は、熱間拡張成形前にコンテナの胴部上に金属ビレットのプレス方向の後方側を延出させる工程を含んでいる。この延出部は、熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する作用があるため、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなって、プレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。また、少なくとも一方に、少なくとも一つの平面を備えた金属ビレ

トを拡張成形するため、金属ビレットの平面を成形用コンテナの内壁側に曲げる作用が働く。これらの相互作用によって、この容器の製造方法は、後方押し法等と比較して小さなプレス圧力で厚肉の容器を成形できる。

つぎの発明に係る厚物金属製円筒物または円筒容器の熱間プレス成形法は、プレス方向の前方側はコンテナの内径よりも小さい外径または対角線長さの外径をもつ断面形状の部材もしくはコンテナの内径と同等の対角線長さの外径をもつ断面形状の部材で、また後方側はコンテナの内径と同等な外径または対角線長さをもつ断面形状の部材からなる異径断面形状の継目無金属ビレットを、プレス加工温度に加熱した後プレス成形用コンテナに装入し、前記金属ビレットを押し込むことにより当該金属ビレットのプレス方向の後方側を前記成形用コンテナの入口側端部に延出させ、しかる後ポンチで該継目無金属ビレットの加工物中心を穿孔しながらプレス加工することを特徴とする。

この厚物金属製円筒物または円筒容器の熱間プレス成形法は、熱間拡張成形前にコンテナの胴部上に金属ビレットのプレス方向の後方側を延出させる工程を含んでいる。この延出部は、熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する作用があるため、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなって、プレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。またプレス前方側は、プレス後方側から金属が供給され且つ高温に加熱された鋼の良好な塑性加工の作用効果が伴って側方に押し広げられながら加工されるため、コンテナの空間を充満し成形されるため、継目無金属ビレットから、所定形状のプレス製品に製造される。これらの相互作用によって、この製造方法では、後方押し法等と比較して小さなプレス圧力で厚肉の容器を成形できる。

つぎの発明に係る筒物または容器の製造方法は、金属ビレットを成形用コンテナに装入し、プレス加圧機によって作動する穿孔ポンチによって当該金属ビレットを熱間拡張成形するにあたって、プレス方向の前方側はコンテナの内径以下の対角線長さをもつ外径の断面形状で、また後方側はコンテナの内径と略同等な外径をもつ断面形状である金属ビレットを、プレス加工温度に加熱した後プレス成形

用コンテナに装入する工程と、前記金属ビレットを押し込むことにより当該金属ビレットのプレス方向の後方側を前記成形用コンテナの入口側端部に延出させる工程と、前記穿孔ポンチで該金属ビレットの加工物中心を穿孔しながらプレス加工する工程と、を備えたことを特徴とする。

- 5       この筒物または容器の製造方法は、熱間拡張成形前にコンテナの胴部上に金属ビレットのプレス方向の後方側を延出させる工程を含んでいる。この延出部は、熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する作用があるため、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなって、プレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。また、プレス方向の前方側は対角線長さがコンテナの内径
- 10       よりも小さい四角形断面の金属ビレットを使用するため、四角形断面の各辺を曲げる作用によって拡張成形される。また、金属ビレットのプレス方向の後方側が、プレス方向の前方側の据え込みを抑制する。これらの相互作用によって、この製造方法では、後方押し出し法等と比較して小さなプレス圧力で厚肉の容器を成形できる。

- 15       つぎの発明に係る筒物または容器の製造方法は、金属ビレットを成形用コンテナに装入し、プレス加圧機によって作動する穿孔ポンチによって当該金属ビレットを熱間拡張成形するにあたって、プレス方向の前方側はコンテナの内径よりも小さい対角線長さの外径をもつ断面形状であり、また後方側はコンテナの内径と略同等な対角線長さをもつ断面形状である金属ビレットを、プレス加工温度に加
- 20       熱した後プレス成形用コンテナに装入する工程と、前記金属ビレットを押し込むことにより当該金属ビレットのプレス方向の後方側を前記成形用コンテナの入口側端部に延出させる工程と、ポンチで該金属ビレットの加工物中心を穿孔しながらプレス加工する工程と、を備えたことを特徴とする。

- この筒物または容器の製造方法は、熱間拡張成形前にコンテナの胴部上に金属
- 25       ビレットのプレス方向の後方側を延出させる工程を含んでいる。この延出部は、熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する作用があるため、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなって、プレス方向の前方側における据

え込みを抑制できる。また、プレス方向の前方側は対角線長さがコンテナの内径よりも小さい四角形断面の金属ビレットを使用するため、四角形断面の各辺を曲げる作用によって拡張成形される。また、金属ビレットのプレス方向の後方側が、プレス方向の前方側の据え込みを抑制する。これらの相互作用によって、この製造方法では、後方押し出し法等と比較して小さなプレス圧力で厚肉の容器を成形できる。さらに、この方法に使用する金属ビレットはプレス方向の前方側および後方側ともに角断面形状であるため、一方が丸断面形状の金属ビレットと比較して金属ビレットの加工が比較的容易である。

つぎの発明に係る筒物または容器の製造方法は、金属ビレットを成形用コンテナに装入し、プレス加圧機によって作動する穿孔ポンチによって当該金属ビレットを熱間拡張成形するにあたって、プレス方向の前方側はコンテナの内径よりも小さい外径をもつ断面形状であり、また後方側はコンテナの内径と略同等な外径をもつ断面形状である金属ビレットを、プレス加工温度に加熱した後プレス成形用コンテナに装入する工程と、前記金属ビレットを押し込むことにより当該金属ビレットのプレス方向の後方側を前記成形用コンテナの入口側端部に延出させる工程と、ポンチで該金属ビレットの加工物中心を穿孔しながらプレス加工する工程と、を備えたことを特徴とする。

この筒物または容器の製造方法は、熱間拡張成形前にコンテナの胴部上に金属ビレットのプレス方向の後方側を延出させる工程を含んでいる。この延出部は、熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する作用があるため、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなって、プレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。また、金属ビレットのプレス方向の後方側は成形用コンテナの内径と略同径であるため、プレス方向の前方側の据え込みを抑制できる。これらの相互作用によって、この製造方法では、後方押し出し法等と比較して小さなプレス圧力で厚肉の容器を成形できる。さらに、この方法に使用する金属ビレットはプレス方向の前方側および後方側ともに断面形状が円形であるため、断面形状が異なる金属ビレットと比較して加工が比較的容易である。



つぎの発明に係る容器の製造方法は、上記容器の製造方法において、鍛造工程によって前記金属ビレットを成形し、当該金属ビレットの少なくともプレス方向の前方側を角断面に成形する工程を含むことを特徴とする。

- 5 つぎの発明に係る容器の製造方法は、上記容器の製造方法において、前記鍛造工程には前記金属ビレットのプレス方向の前方側に、プレス方向に向かって細くなるテーパーを設ける工程を含むことを特徴とする。

つぎの発明に係る容器の製造方法は、上記容器の製造方法において、前記鍛造工程には前記金属ビレットのプレス方向の前方側がプレス方向に向かって段階的に細くなるように、少なくとも一つの段部を設ける工程を含むことを特徴とする。

- 10 上記の容器の製造方法は、熱間拡張成形の最終段階において、成形用コンテナの底部付近に金属が充満するタイミングを遅らせることができる。この作用によって、金属ビレットの据込み現象を抑制できるので、熱間拡張成形の最終段階におけるプレス圧力の増加を抑制することができる。

- 15 つぎの発明に係る容器の製造方法は、上記容器の製造方法において、金属ビレットと成形用コンテナの底との間に筒状の部材を設けて金属ビレットを成形用コンテナに装入する工程と、穿孔ポンチを当該金属ビレットに押し込むことで当該金属ビレットを熱間拡張成形し、底部と胴部とを一体として底付容器を成形する工程と、成形後における底付容器の底部から前記筒状の部材を取り外す工程と、前記筒状の部材によって前記底付容器の底部に形成された柱状の部分を取り除く工程と、を備えたことを特徴とする。
- 20

- この製造方法は、金属ビレットの底に設けた筒状の部材によって、底付容器を成形すると同時に、この底付容器の底部にざぐり部を形成するものである。従来は切削によってこのざぐり部を設けていたので、加工に手間を要していた。この方法によれば、拡張成形後に容器の底部に残った柱状の部分を取り除くだけなので、従来と比較して加工に手間を要さない。ここで筒状の部材とは、軸方向に垂直な断面が三角形や四角形等の多角形状、あるいは多角形の角が丸められた多角形状、さらには楕円形状の部材も含み、円筒には限られない。
- 25

つぎの発明に係る容器の製造方法は、上記容器の製造方法において、金属ビレットと成形用コンテナの底との間に柱状の部材を設けて金属ビレットを成形用コンテナに装入する工程と、穿孔ポンチを当該金属ビレットに押し込むことで当該金属ビレットを熱間拡張成形し、底部と胴部とを一体として底付容器を成形する工程と、成形後における底付容器の底部から前記柱状の部材を取り外す工程と、を備えたことを特徴とする。

この製造方法は、金属ビレットの底に設けた柱状の部材によって、底付容器を成形すると同時に、この底付容器の底部にざぐり部を形成するものである。従来は切削によってこのざぐり部を設けていたので、加工に手間を要していた。この方法によれば、拡張成形と同時にざぐり部を形成することができるので、従来と比較して加工に手間を要さない。また、上記ざぐり部を形成する方法と比較しても、柱状の部材を取り除く工程が省略できるため、ざぐり部を形成するのに手間を要さない。ここで柱状の部材とは、軸方向に垂直な断面が三角形や四角形等の多角形状、あるいは多角形の角が丸められた多角形状、さらには楕円形状の部材も含み、円柱には限られない。

つぎの発明に係る容器の製造方法は、上記容器の製造方法において、前記成形用コンテナの胴部は、当該成形用コンテナの底部に対して相対的に移動可能であることを特徴とする。

この底付容器の製造方法は、底部と胴部とが相対的に移動できるコンテナに金属ビレットを装入して熱間拡張成形する。このため、熱間拡張成形時に金属ビレットがコンテナの胴部をプレス方向と反対向きに動かそうとしたときには、コンテナの胴部は金属ビレットとともにプレス方向の反対向きに移動する。すなわち、コンテナの胴部と成形される金属ビレットとが相対的に移動することはほとんどないため、熱間拡張成形時におけるプレス圧力の増加を抑制できる。

つぎの発明に係る容器の製造方法は、上記容器の製造方法において、前記成形用コンテナの胴部は軸方向に分割されていることを特徴とする。この底付容器の製造方法では、コンテナの胴部がその軸方向全体にわたって伸びるため、軸方向

に長い金属ビレットを成形する場合であっても、熱間拡張成形時における金属ビレットの軸方向に対する変形をコンテナ全体で吸収できる。したがって軸方向に長い厚肉容器を成形する場合でも、プレス圧力の増加を抑制できる。

5 つぎの発明に係る容器の製造方法は、内端部に開口部分を形成したリング状のダイス内に加圧台を設置し、ダイスと加圧台からなる型内に金属ビレットを入れて穿孔ポンチにより金属ビレットを加圧する据え込み工程と、筒状のスペーサによりダイスを支持して、前記穿孔ポンチによって前記金属ビレットを押し込む金属ビレットの絞り工程と、を含むことを特徴とする。

10 据え込み工程では、金属ビレットを穿孔ポンチにより加圧することで、素材がダイスの開口部分と穿孔ポンチとの間に流れ、皿状に変形する。このとき、穿孔ポンチが金属ビレットによって拘持されるから、穿孔ポンチおよびダイスごと金属ビレットを一旦退避させる。絞り工程では、ダイスの下または上にスペーサを配置して当該ダイスを支持し、穿孔ポンチを押し込むことにより前記ダイスによる金属ビレットの絞り加工を行う。これにより、金属ビレットがカップ形状に変形する。そして、この2つの工程を必要により複数回繰り返す、最終形状とする。  
15 なお、これらは熱間加工になるので、成形前に金属ビレットを加熱しておく必要がある。

20 なお、この発明には、上記2つの工程を一回行うことで最終形状にする場合も含まれる。また、金属ビレットの上方から加圧するようにしてもよい（第21図～第27図参照）、下方から加圧するようにしてもよい（第28図参照）。このように、据え込み加工と絞り加工とを組み合わせる使用することにより、後方押出成形のような過大な圧力を要せずに済む。このため、通常的大型プレス加工機を用いて底付容器を成形することが可能になるから、製造しやすい。

25 つぎの発明に係る容器の製造方法は、内端部に開口部分を形成したリング状のダイスを複数積み重ねるとともにこのダイス内に複数の加圧台を積み重ね、ダイスと加圧台からなる型内に金属ビレットを入れる据え込み準備工程と、プレス加工機により作動する穿孔ポンチを用いて型の上方から金属ビレットを加圧する据

え込み工程と、穿孔ポンチおよび上部のダイスを金属ビレットごと退避させる退避工程と、前記使用した加圧台を取り除くとともにつぎのダイス上に筒状のスペーサを設置し、このスペーサ上に前記退避したダイスを金属ビレットごと載せる絞り準備工程と、前記穿孔ポンチにより金属ビレットを押し込み、前記ダイスにより金属ビレットの絞り加工を行う絞り工程と、つぎの加圧台とダイスとを用い、金属ビレットの変形に合わせた長さのスペーサを用いて上記同様の工程を繰り返す繰り返し工程とを含むことを特徴とする。

前記据え込み工程では、穿孔ポンチにより金属ビレットを加圧することで素材を開口部分と穿孔ポンチとの間に流動させ、穿孔ポンチを拘持するような格好で変形させる。絞り工程では、ダイスの下にスペーサを設け、金属ビレットを加圧することで前記ダイスを通過させ、金属ビレットに絞り加工を施す。これにより金属ビレットがカップ形状に変形する。なお、前記スペーサは、絞った金属ビレットが入る筒状であれば、どのようなものでもよい。この据え込み準備工程から絞り工程までが終了したら、さらにこれを繰り返す。このとき、ダイスおよび加圧台は、積み重ねた上から二番目のものを用いる。スペーサは、金属ビレットが変形するにつれて長いものが必要になるので、各工程毎に用意しておく。この製造方法では、据え込み加工と絞り加工とを組み合わせで使用しているので、後方押出成形に比べてその加圧力を小さく抑えることができる。このため、通常の大

20

#### 図面の簡単な説明

第1図は、実施の形態1に係る底付容器の一例を示す説明図であり、第2図は、第1図に示した底付容器の製造工程を示す説明図であり、第3図は、実施の形態1に使用する金属ビレットの一例を示す斜視図であり、第4図は、実施の形態1に係る他のビレットを示す説明図であり、第5図は、金属ビレットの変形の様子を示した概念図であり、第6図は、実施の形態1に適用できる他の金属ビレットを示す斜視図であり、第7図は、実施の形態1に適用できる他の金属ビレットを

25

示す説明図であり、第8図は、実施の形態1に使用するコンテナの胴部の分割部を示す断面図であり、第9図は、熱間拡張成形した底付容器の外側を切削加工する装置を示す概略図であり、第10図は、底付容器の内側を加工する装置を示す概略図であり、第11図は、底付容器内側の加工方法の一例を示す説明図であり、

5 第12図は、この発明の実施の形態に係るキャスクを示し、(a)は軸方向断面図、(b)は径方向断面図であり、第13図は、実施の形態2に係る底付容器を示す斜視図であり、第14図は、実施の形態2に係る底付容器を製造するためのコンテナ胴とポンチとを示す断面図であり、第15図は、実施の形態2に係る製造方法によって成形できる底付容器の例を示す軸方向に垂直な断面図であり、第16

10 図は、実施の形態2に係る底付容器を製造するためのコンテナ胴とポンチを示す断面図であり、第17図は、実施の形態3に係る底付容器を示す軸方向断面図であり、第18図は、底付容器にざぐり部を設ける方法を示した説明図であり、第19図は、本発明に係る製造方法で成形できる底付容器の例を示した軸方向断面図であり、第20図は、実施の形態4に係る底付容器を示す軸方向断面図であり、

15 第21図は、第12図に示した底付容器の製造工程を示す説明図であり、第22図は、第12図に示したキャスクの底付容器の製造工程を示す説明図であり、第23図は、第12図に示したキャスクの底付容器の製造工程を示す説明図であり、第24図は、第12図に示したキャスクの底付容器の製造工程を示す説明図であり、第25図は、第12図に示したキャスクの底付容器の製造工程を示す説明図

20 であり、第26図は、第12図に示したキャスクの底付容器の製造工程を示す説明図であり、第27図は、上記底付容器の他の製造方法を示す説明図であり、第28図は、異なる製造方法の実施の形態を示す説明図であり、第29図は、従来のキャスクの一例を示す断面図であり、第30図は、第29図に示したキャスクの底付容器を製造する方法の一例を示す説明図であり、第31図は、エルハルト

25 穿孔法によって底付容器を製造する方法を示す説明図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、この発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。また、本発明に係る容器または筒物の製造方法は、下記に開示する方法に限定されるものではない。さらに、下記実施の形態の構成要素には、当業者が容易に想定できるものが含まれるものとする。

#### 実施の形態 1

第1図は、実施の形態1に係る底付容器の一例を示す説明図である。第2図は、第1図に示した底付容器1の製造工程を示す説明図である。第3図は、実施の形態1に使用する金属ビレット200の一例を示す斜視図である。第1図の(a)に示すように、本実施の形態1に係る底付容器1の底部1bは、胴部1aと一体に形成されており、また第1図の(b)から分かるように、本実施の形態1に係る底付容器1の断面形状は円形である。

この製造方法において底付容器1は、ポンチによる熱間拡張成形によって製造される。まず、この製造工程に使用する金属ビレットについて説明する。金属ビレット200は、つぎに説明する熱間拡張成形工程に入る前に、熔解金属の鑄型造塊または金属塊の切削加工もしくは自由鍛造加工等によって製造される。この鍛造工程においては、金属ビレットの少なくともプレス方向の前方側を角断面に成形することが望ましい。このようにすることで、熱間拡張成形の効果をより有効に利用できる。なお、本実施の形態1においては金属塊を自由鍛造加工することによって継目のない一体の金属ビレット200を製造しているが、本発明に使用できる金属ビレットはこれに限られるものではない。

第3図に示すように、本実施の形態に使用する金属ビレット200の断面形状は、プレス方向の後方側（以下、プレス後方側と略称）200aが円形で、プレス方向の前方側（以下プレス前方側と略称）200bが四角形である。そして、プレス後方側200aにおける外径はプレス前方側200bにおける対角線長さよりも大きくなっており、また、プレス後方側200aの外径はコンテナ300の内径と略等しく、プレス前方側200bの対角線長さは成形用コンテナの胴部

300の内径よりも短くなっている(同図b)。なお、成形用コンテナの胴部300の内径は破線で示してある。

さらにこの例では、金属ビレット200のプレス前方側200bにおける軸方向に垂直な断面970は、穿孔ポンチ410の軸方向に垂直な断面の投影像920を包含するようになっている(第3図(b)および(e))。なお、金属ビレット200の断面形状や寸法、あるいは外形等はこの例に限られるものではない。本発明に適用できるビレットの他の例については後述する。

つぎに、熱間拡張成形工程について説明する。熱間拡張成形に先立ち、金属ビレット200を加熱炉(図示せず)で熱間拡張成形しやすい温度に加熱する。この加熱温度は金属ビレット200の材質等によって決定されるため、一義的に決まるものではない。なお、使用済み核燃料を収納して搬送し一時的に貯蔵するためのキャスクの胴体に使用される炭素鋼材料では、この加熱温度を1100℃～1300℃にすることが望ましい。この範囲を超えると、結晶粒が粗大化するとともに表面の酸化や脱炭が生じ、素材は脆化して割れやすくなるからである。なお、炭素鋼の場合には、炭素の割合が高くなるにしたがって上記の範囲内で前記加熱温度は低くなる。電気炉等で熱間拡張成形しやすい温度まで加熱された金属ビレット200は、第2図(a)に示すように成形用コンテナの胴部300に装入される。

成形用コンテナの胴部300に装入された金属ビレット200は、金属ビレット200の外径と略等しいか、それ以上の外径をもつ大型ポンチ400によって据込まれ、金属ビレット200のプレス方向後方側200aはコンテナ300上に張出部201を形成する(第2図(b)参照)。金属ビレット200の端部にこの張出部201を設けることで、ポンチによる熱間拡張成形工程において金属ビレット200の軸方向における拘束力を高めることができる。そして、この作用によって金属ビレット200の据え込み現象を抑制し、プレス方向と反対方向に向う金属の流れを低減できるので、プレス圧力の上昇を抑制できる。同時に成形後における底付容器の端面形状も良好にできる。

5      なお、この張出部201を金属ビレット200に設けなくとも、成形用コンテナの胴部300の内壁と金属ビレット200のプレス後方側200a側面との間に生ずる摩擦力により、上記据込み現象を抑制することはできる。しかしながら、プレス圧力をより低減し、より整った端面形状を得るためには、張出部201を設けることが望ましい。

10      金属ビレット200の端部に張出部201を形成した後に、穿孔ポンチ410による熱間拡張成形工程に移る。金属ビレット200の中心に穴を開けるために、まず成形用コンテナの胴部300に取付けられた位置決めガイド310によって金属ビレット200の端面中心にポンチ410を載せる(第2図(c)参照)。つぎに、プレス機(図示せず)によって穿孔ポンチ410を押し込み、金属ビレット200を熱間拡張成形する。

15      プレス機によって穿孔ポンチ410が金属ビレット200内に押し込まれると、金属ビレット200の張出部201が成形用コンテナの胴部300の上端部と係合し、金属ビレット200の据え込み現象を抑制する。また、金属ビレット200のプレス後方側200aにおける厚肉部分の金属は、コンテナ300内に充満するように変形する(第2図(d)参照)。すると、プレス後方側200aの金属が成形用コンテナの胴部300の内壁に押し付けられるため、この作用によっても金属ビレット200の据え込み現象を抑制できる。これらの作用によってプレス圧力の上昇を抑制し、また成形後における底付容器の端面形状を良好にできる。

20      穿孔ポンチ410が金属ビレット200に押し込まれると、穿孔ポンチ410の直下に存在する金属は半球状の金属塊となって穿孔ポンチ410と共にプレス前方側200bへ移動する。この現象のため、金属ビレット200のプレス後方側200aはプレス前方側200bよりも軸方向に垂直な断面積を大きくする必要がある。

25      さらに穿孔ポンチ410が金属ビレット200に押し込まれると、高温度に加熱された鋼が有する良好な塑性変形の性質および上記金属塊がプレス後方側200aから供給される現象によって、金属ビレット200のプレス前方側200b



における金属はコンテナ 300 の内壁側へ押し広げられるように変形する。すなわち、熱間拡張成形である。そして穿孔ポンチ 410 が予め設定した所定の深さまで押し込まれると、そこで熱間拡張成形は終了する（第 2 図（e）参照）。

ここで本発明の製造方法に適用できる金属ビレット 200 の種類について説明する。第 3 図（a）に示すように、本発明の製造方法には少なくともプレス前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成した金属ビレットが適用できる。このような金属ビレットを使用すれば、熱間拡張成形において金属ビレットが成形用コンテナの内壁側へ押し広げられるように変形するので、後方押し等と比較してプレス圧力を抑制できる。なお、第 3 図（a）に示した金属ビレット 200 の軸方向に垂直な断面は四角形であるが、これに限るものではない。

さらに本発明の製造方法に適用できる金属ビレットは次のような関係を持ってもよい。すなわち、プレス後方側における軸方向に垂直な断面は、プレス前方側における軸方向に垂直な断面の投影像を包含する関係を持つ。さらにプレス後方側における軸方向に垂直な断面の投影像は、軸方向に垂直な成形用コンテナの断面内側に包含される関係を持つ。ここで、軸方向に垂直な成形用コンテナの断面内側形状と、プレス後方側における軸方向に垂直な断面の投影像とは同一であってもよい。このような関係を満たす金属ビレットは、特に大型で厚肉の底付容器を成形するときに使用することが望ましい。

上記投影像について第 3 図（c）および（d）を使用して説明する。ここでは投影像を破線、断面を実線で表す。第 3 図（c）は、金属ビレットのプレス方向の後方側における軸方向に垂直な断面 950 が、プレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面の投影像 900 を包含する状態を示す。第 3 図（d）は、プレス方向の後方側における軸方向に垂直な断面の投影像 910 が、軸方向に垂直な成形用コンテナの断面内側 960 に包含される状態を示す。また、第 3 図（e）は、軸方向に垂直な断面の投影像 920 が、金属ビレットのプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面 970 に包含される関係にある穿孔ポンチの状態を示す。なお、第 3 図（e）中の軸方向に垂直な断面の投影像 920 は、穿孔ポン

チの投影像である。

本発明でいう「包含」とは、断面を表す実線で囲まれた部分の内側に、投影像を表す破線で囲まれた部分すべてが存在することを意味する。そして、実線で囲まれた部分の外側に、破線で囲まれた部分が一部でも存在する場合は、本発明  
5   でいう「包含」の概念には含まれない。また、断面の形状と投影像とが同一である場合は本発明でいう「包含」の概念には含まない。

なお、穿孔ポンチの投影像は、金属ビレットのプレス前方側における軸方向に垂直な断面に包含されることが望ましい（第3図（e）参照）。しかしながら、穿孔ポンチの軸方向に垂直な投影像と、金属ビレットのプレス前方側における軸方  
10   向に垂直な断面とが同一であってもよい。また、穿孔ポンチの軸方向に垂直な断面が、金属ビレットのプレス前方側における軸方向に垂直な断面の投影像を包含する関係にあってもよい。

ただし、穿孔ポンチの軸方向に垂直な断面が、金属ビレットのプレス前方側における軸方向に垂直な断面の投影像を包含する関係にある場合には、穿孔ポンチ  
15   の断面積が大きくなると、成形される容器胴部の肉厚が薄くなるため、熱間拡張成形中に容器胴部が破断しやすくなる。したがって、穿孔ポンチの軸方向に垂直な断面が、金属ビレットのプレス前方側における軸方向に垂直な断面の投影像を包含する関係にある場合は、容器胴部の破断が生じない範囲に穿孔ポンチの断面積を抑えておく必要がある。

20   第4図は、実施の形態1に係る他の金属ビレットの例を示す説明図である。なおこれらの例は、同図（a）～（d）から明らかであるように、金属ビレット200のプレス後方側200aにおける軸方向に垂直な断面950が、プレス前方側200bにおける軸方向に垂直な断面の投影像900を包含する（第3図（c））という条件を満たしている。

25   第4図（a）および（b）に示すようなプレス前方側200bの断面が四角形の場合には、熱間拡張成形の際に主としてコンテナの胴部300の径方向外側に向う力、すなわち平面を備えた金属ビレットの側面を成形用コンテナの胴部300

0の内壁側に曲げようとする力によって変形する。

第5図は、この変形の様子を示した概念図である。図中の破線は、金属ビレット200が成形用コンテナの胴部300の内壁側へ拡張する過程を示している。

軸方向に垂直な断面が四角形の場合には、穿孔ポンチが押し込まれることによって、金属ビレット200の中心から成形用コンテナの胴部300の径方向外側に向かう力Fが働く。この力Fが金属ビレット200の側面を成形用コンテナの内壁側へ曲げるため、金属ビレット200はこの曲げの作用によって成形用コンテナの内壁側へ拡張成形される。特にこの曲げの作用は、断面内側が円状の成形用コンテナに側面に平面を有する金属ビレットを装入したときに有効に働く。

したがって、上記曲げの作用によって金属ビレットを拡張成形させれば、熱間拡張成形に要するプレス圧力が少なくてすみ、また、成形時に生ずる割れ等の欠陥も抑制できる。なお、軸方向に垂直な断面形状が四角形の金属ビレットに、軸方向に垂直な断面形状が四角形の穿孔ポンチを使用して熱間拡張成形しても、上記曲げの作用によって拡張成形される。したがって、この場合も熱間拡張成形に要するプレス圧力が少なくてすみ、また、成形時に生ずる割れ等の欠陥も抑制できる。

第4図(c)に示すようなプレス前方側200bの軸方向に垂直な断面が円形の場合には上記の効果はやや減少するが、この金属ビレット200はプレス前方側200bとコンテナの胴部300の内壁との間に空間を有する。したがって、熱間拡張成形時にはプレス前方側の金属がこの空間に拡張するため、成形用コンテナの胴部300によって金属ビレットの拡張変形が拘束されず、プレス圧力を小さく抑えることができるという効果がある。また、この場合に、軸方向に垂直な断面形状が四角形の穿孔ポンチを使用して熱間拡張すると、上記曲げの作用が働く。このため、軸方向に垂直な断面形状が円形の穿孔ポンチを使用して熱間拡張成形した場合と比較するとプレス圧力は小さくて済む。

第4図(a)、(c)および(d)に示すように、プレス後方側200aの軸方向に垂直な断面が円形であってその直径は成形用コンテナの胴部300の径に略

等しい場合には、成形用コンテナの胴部 300 上に形成される張出部 201（第 3 図（b）参照）が均等に形成できる。したがって熱間拡張成形時には、この張出部 201 によって金属ビレット 200 の据え込み現象がより効果的に抑制できるので、プレス圧を低く抑えることができ、また、成形後における容器の  
5 端面形状を良好にできる。

第 4 図（b）に示すように、プレス後方側 200 a の断面が四角形であってその対角線長さが成形用コンテナの胴部 300 の径に略等しい場合には、前記張出部 201 はコンテナの胴部 300 上端に部分的に形成されることになる。このため、張出部 201 を設けない場合と比較すると金属ビレット 200 の据え込み現象を抑制する効果は大きい  
10 すが、成形用コンテナの胴部上端の全周にわたって張出部 201 を形成した場合と比較するとその効果はやや小さくなる。

さらに金属ビレット 200 のプレス前方側 200 b またはプレス後方側 200 a の軸方向に垂直な断面形状を五角形以上に形成したりあるいは三角形に形成した金属ビレットも、実施の形態 1 に係る製造方法に適用することができる。また、  
15 プレス前方側 200 b の側面は、第 4 図（d）に示すように、少なくとも一以上の平面を備えるようにすると、この部分は上述した曲げによって熱間拡張成形されるため、プレス圧力を低く抑える効果が得られる。

また、金属ビレット 200 の側面に備える平面の数が三以上、すなわち、金属ビレット 200 の軸方向に垂直な断面が三角形以上であるときにプレス圧力を低く抑える効果が大きくなる。ただし、前記平面の数が多くなる、すなわち軸方向に垂直な多角形断面形状の角が多くなると当該多角形断面形状は円形に近づくため、プレス圧力を低く抑える効果は小さくなる。したがって、プレス圧力を低く抑える効果が得られる範囲でプレス前方側 200 b における側面の平面数を選択することが望ましい。また、金属ビレット 200 の側面に平面が備えられている  
20 以上、第 4 図（e）に示すような金属ビレットの軸方向に垂直な断面形状が略鼓状である場合も本発明の金属ビレットに含まれる。

第 6 図は、実施の形態 1 に適用できる他の金属ビレットを示す斜視図である。

この金属ビレット200は、プレス方向に向って段階的に細くなるように、プレス前方側200bに段部を設けてある。このようにすることで、熱間拡張成形時において、プレス前方側200bの金属が成形用コンテナの胴部300の底部付近に充満するタイミングを遅くできる。したがって、特に熱間拡張成形の最終段階においてプレス圧力が上昇すること抑制できる。また、この段部によってプレス方向への微小な流れが形成されるので、成形物の鍛錬度を上げることができ、さらに鍛造材の不足を防止できる。さらに断面の変化が段階的であるため、次に述べるテーパを設けた場合と比較して製造が容易になる。なお、この段部の数は上記例に限られず、プレス条件等によって適宜増減することができる。

また、同図(b)に示すように、プレス前方側200bをプレス方向に向けて細くなるテーパを設けても、プレス前方側200bに段部を設けた場合と同様の作用・効果が得られる。

さらに、第6図(c)に示すように、金属ビレット200を製造する際に、成形用コンテナ300の上端部と係合する張出部201を予め金属プレス後方側200aに設けてもよい。このようにすることで、熱間拡張成形前にコンテナの胴部300上に金属ビレット200のプレス方向後方側200aに張出部201を形成する工程が不要となり、容器の製造工程を簡略にすることができる。

第7図は、実施の形態1に適用できる他の金属ビレットを示す説明図である。同図に示すように、この金属ビレット200は軸方向に垂直な断面がプレス方向にわたって一定であり、その一端には成形用コンテナ300の上端部と係合する張出部201が設けられている点に特徴がある。このような金属ビレット200を使用した場合でも、張出部201によって熱間拡張成形時において金属ビレットが据込まれる現象を抑制できるため、プレス圧力の上昇を抑制できる。なお、金属ビレット200の断面形状は四角形に限られるものではなく、断面形状が多角形であってもよく、また、金属ビレット200の側面が少なくとも一つの平面を備えていてもよい。また、張出部201は予め金属ビレット200に設けてもよいし、金属ビレット200を成形用コンテナ300に装入してから張出部20

1 を設けてもよい。

金属ビレット 200 がコンテナ 300 の内壁側へ押し広げられるように拡張変形するとき（第 2 図（d）および（e）参照）、金属ビレット 200 の金属とコンテナ 300 の内壁との間に摩擦力が発生する。この摩擦力は、プレス前方側 200 b の金属がコンテナの胴部 300 の内壁に沿ってプレス方向とは反対側に移動することに起因するものである。なお、実施の形態 1 に係る製造方法における熱間拡張成形の中間過程では、この摩擦力はほとんど発生しない。しかしながら、熱間拡張成形の最終段階においては成形用コンテナの下部に金属が充満するため、この摩擦力が生ずる。そして、この摩擦力によって成形用コンテナの胴部 300 は、ポンチ 410 の押し込み方向と反対向きに移動しようとする。

ここで成形用コンテナの胴部 300 と成形用コンテナの底部 301 とが固定されていると、前記摩擦力に対抗してプレス前方側の金属が移動することになり、熱間拡張成形の最終段階では余分な荷重を要してしまう。この問題を解決するために、本実施の形態 1 においては成形用コンテナの胴部 300 と成形用コンテナの底部 301 とが相対的に移動できる構造になっている。

このような構造によって、前記摩擦力によって成形用コンテナの胴部 300 がポンチ 410 の押し込み方向と反対向きに移動しようとしたときには、成形用コンテナの胴部 300 も成形される金属ビレット 200 とともにポンチ 410 の押し込み方向と反対向きに移動する（第 2 図（e））。すなわち、成形用コンテナの胴部 300 と成形される金属ビレット 200 とが相対的に移動することはほとんど起こらないため、熱間拡張成形の最終段階における荷重の増加を抑制できる。

なお、本実施の形態においては成形用コンテナの胴部 300 と成形用コンテナの底部 301 とが相対移動できるのみならず、成形用コンテナの胴部 300 も分割して、金属ビレット 200 の全体にわたって成形用コンテナの胴部 300 が移動できるようになっている。このようにすることで、軸方向に長い底付容器を成形する場合であっても熱間拡張成形の最終段階における荷重の増加を抑制できる。

第 8 図は、実施の形態 1 に使用する成形用コンテナの胴部 300 の分割部を示

す断面図である。成形用コンテナの胴部 300 の分割部は、同図 (a) に示すように分割部が互いに重なり合って、熱間拡張成形時には成形用コンテナの胴部 300a と 300b とが相対的に移動する構造にしてもよい。また、同図 (b) に示すように、一方の成形用コンテナの胴部 300a には凹部を形成し、もう一方の成形用コンテナの胴部 300b には凸部を設けて両者を組み合わせ、熱間拡張成形時には成形用コンテナの胴部 300a と 300b とが相対的に移動する構造にしてもよい。

本実施の形態においては前成形用コンテナの胴部 300 を二分割としているが、この分割数は金属ビレット 200 の高さに応じて適宜変更することができる。また、成形用コンテナの胴部 300 の分割のみや、あるいは成形用コンテナの胴部 300 を分割しないで前記成形用コンテナの胴部 300 と成形用コンテナの底部 301 とを相対移動できるようにするだけでも、熱間拡張成形時における荷重の増加を抑制する効果がある。

ポンチ 410 が予め設定した所定の深さまで押し込まれると、そこで熱間拡張成形は終了する (第 2 図 (e))。なお、第 2 図 (e') に示すように成形用コンテナの底部 301 の代わりに円筒状のスペーサ 302 を置いて金属ビレット 200 の底部を打ち抜けば、この製造方法によって筒物も成形できる。上記製造方法で軸方向の長さが数メートルにも及ぶ厚肉容器を製造するときには、熱間拡張性径の効果によってプレス圧が従来の数分の一にできるので、従来の設備で製造できる。また、一回の加工により底部と胴部とを一体とした底付容器を製造するため、製造に手間を要せず大量生産にも適している。

熱間拡張成形を終えた金属ビレット 200 は、自然冷却、強制冷却あるいは制御冷却を施しながら常温まで冷却される。そして端面形状を整え、あるいは成形した容器の外形または内形を所望の寸法に仕上げるため、切削加工等を施してもよい。

つぎに、上記方法によって底付一体円筒容器を製造した具体例の結果を示す。なお、比較例として、従来使用されてきたエルハルト穿孔法を応用して底付一体

円筒容器を製造した結果も示す。

具体例および比較例ともに内径が943mmの円筒型コンテナを使用して成形した。円筒容器の材料としては、炭素（C）の割合が0.1%の炭素鋼を使用した。円筒容器の材料としては、炭素（C）の割合が0.1%の炭素鋼を使用した。ステンレス鋼を使用してもよい。まず、この炭素鋼の金属ビレットを1250℃に加熱した後、自由鍛造加工法によって軸方向断面が略T字形の異径断面形状である金属ビレットに鍛造した。この金属ビレットのプレス前方側は、対角線長さが成形用コンテナの内径よりも小さい875mmの正方形断面であり、軸方向の長さは1896mmである。プレス後方側は、成形用コンテナの内径と略等しい928mmの外径寸法を有する円形断面であり、軸方向の長さは574mmである。この金属ビレットを再び1250℃に加熱した後成形用コンテナに装入し、ポンチで加工物中心を熱間拡張成形して、長さ2420mm、厚みが165mmの細長いカップ状の円筒容器を成形した。

一方比較例では、具体例と同一の炭素鋼を円筒容器の材料として使用し、この金属ビレットを1250℃に加熱した後、自由鍛造加工法で軸方向全長にわたって同一断面形状を有する角型の金属ビレットに鍛造した。この金属ビレットの断面形状は正方形であり、その対角線長さは成形用コンテナの内径と略等しい928mmである。また軸方向の長さは2470mmである。この金属ビレットを再び1250℃に加熱した後熱間拡張成形し、上記具体例と同じ大きさの円筒容器を製造した。

表1は、両プレス法による成形荷重および端面形状の評価結果を示したものである。両者を比較して明らかなように、本発明に係る製造方法によれば、従来の製造方法と比較してプレス成形荷重が小さく、製品歩留りが高いことが分かる。また従来の製造方法で見られた端面形状の不良部位もほとんど存在しないため、熱間拡張成形後も簡単な加工で製品に仕上げることもできた。



表 1 両方法の評価結果

方法	プレス成形荷重	端面形状	歩留り
本発明方	2 4 0 0 t o n	良好	7 0 %
比較法	3 9 8 0 t o n	形状不良部位が発生	6 0 %

ここで、キャスクやキャニスタ等の放射性物質格納容器に使用するために、成形した底付容器の外側および内側を切削加工する例について説明する。第 9 図は、  
 5 熱間拡張成形した底付容器の外側を切削加工する装置を示す概略図である。底付容器 1 はローラを備えた回転支持台 1 5 4 上に載せられており、周方向へ自在に回転できる。底付容器 1 の外側には固定テーブル 1 4 1 が設けられており、この固定テーブル 1 4 1 上を底付容器 1 の軸方向に摺動する可動テーブル 1 4 2 が備  
 10 えられている。この可動テーブル 1 4 2 には切削用のバイト 1 6 0 が取付けられており、このバイト 1 6 0 によって底付容器 1 の外周を切削加工する。

回転支持台 1 5 4 に取付けられているローラ 1 6 1 はモータ 1 6 2 と連結されている。モータ 1 6 1 の回転はローラ 1 6 1 を介して底付容器 1 に伝わり、底付容器 1 を回転させる。モータ 1 6 1 が回転して底付容器 1 が図の矢印方向に回転  
 15 を始めたら、固定テーブル 1 4 1 の端部に設けたサーボモータ 1 5 7 とボールねじ 1 5 8 によって可動テーブル 1 4 2 を底付容器 1 の軸方向へ移動させ、可動テーブル 1 4 2 に取付けられたバイト 1 6 0 によって底付容器 1 の外周を切削する。また、フェースミル等によって外周を削り平面を設ければ、軸方向に垂直な断面が円形のみならず、多角形の底付容器も成形できる。

20 つぎに、成形した底付容器の内側を切削加工する例について説明する。第 1 0 図は底付容器の内側を加工する装置を示す概略図である。この加工装置 1 4 0 は、胴本体 1 0 1 内を貫通するとともに底付容器 1 の内部に載置固定される固定テーブル 1 4 1 と、固定テーブル 1 4 1 上を軸方向に摺動する可動テーブル 1 4 2 と、

可動テーブル142上にて位置決め固定されているサドル143と、サドル143上に設けられスピンドル144および駆動モータ145からなるスピンドルユニット146と、スピンドル軸に設けたフェースミル147とから構成されている。また、スピンドルユニット146上には、底付容器1の内形状に従って当接部を成形した反力受け148が設けられている。この反力受け148は、着脱自在であって、溝（図示省略）に沿って図中矢印方向にスライドする。また、反力受け148は、スピンドルユニット146に対するクランプ装置149を有しており、所定位置にて固定することができる。

さらに、固定テーブル141の下部溝内には、複数のクランプ装置150が取付けられている。このクランプ装置150は、油圧シリンダ151と、油圧シリンダ151の軸に設けたくさび状の移動ブロック152と、当該移動ブロック152と傾斜面で当接する固定ブロック153とから構成されており、図中斜線部側を固定テーブル141の溝内面に取付けるようにする。

油圧シリンダ151の軸を駆動すると、移動ブロック152が固定ブロック153に当接し、くさびの効果により移動ブロック152が多少下方に移動する（図中の点線で示す）。これにより、移動ブロック152の下面がキャビティ102内面に押し当てられるから、固定テーブル141を底付容器1の内側で固定することができる。

また、底付容器1はローラからなる回転支持台154上に載せられており、径方向に回転自在となる。また、スピンドルユニット146とサドル143との間にスペーサ155を取付けることにより、固定テーブル141上の工具147の高さを調整することができる。スペーサ155の厚さは、上記バスケットを構成する角パイプの一辺の寸法と同じである。サドル143は、可動テーブル142に設けたサーボモータ156を回転させることにより胴本体101の径方向に移動する。可動テーブル142は、固定テーブル141の端部に設けたサーボモータ157とボールネジ158により移動制御される。なお、加工が進むにつれて底付容器1内側の形状が変わるので、反力受け148やクランプ装置150の移

動ブロック 152 を適当な形状のものに変更する必要がある。

第 11 図は、底付容器 1 内側の加工方法の一例を示す説明図である。まず、クランプ装置 150 および反力受け 148 により固定テーブル 141 を底付容器 1 内側の所定位置にて固定する。つぎに、同図 (a) に示すように、固定テーブル  
5 (図示せず) に沿ってスピンドルユニット 146 を所定の切削速度にて移動させ、工具 147 による底付容器 1 内側の切削を行う。当該位置での切削が完了すると、クランプ装置 150 を外して固定テーブル 141 を解放する。つぎに、同図 (b) に示すように、回転支持台 154 上で胴本体 101 を 90 度回転させ、クランプ装置 150 にて固定テーブル 141 を固定する。そして、上記同様に工具 147  
10 にて切削を行う。以降、前記同様の工程をさらに 2 回繰り返す。

つぎに、スピンドルユニット 146 を 180 度回転させ、第 11 図 (c) に示すように、順次、キャビティ 102 内の切削を行う。この場合も、上記同様に胴本体 101 を 90 度回転させながら加工を繰り返す。この後、第 11 図 (d) に示すように、スピンドルユニット 146 にスペーサ 155 を取付けることで当該  
15 スピンドルユニットの位置を高くする。そして、当該位置にて工具 147 を軸方向に送り、底付容器 1 内側の切削を行う。これを 90 度回転させながら繰り返すことで、使用済み核燃料を収納する角パイプ (図示せず) を挿入するのに必要な形状がほぼ完成する。なお、専用機に抛らず一般の横中挟り機や縦型の中繰り機でも加工することができる。

20 なお上記の説明では、底付容器 1 を横にして外側および内側切削加工する例について説明したが、つぎに説明する加工装置によって、底付容器 1 を縦にして容器外側および内側を切削加工してもよい。

具体的には、この加工装置は、加工対象の底付容器を載せて回転させる回転テーブルと、底付容器を前記回転テーブルに載せ、加工終了後には回転テーブルから移動させるためのクレーンと、ベースの上に載せられた可動テーブルと、当該  
25 可動テーブルの上に載せられ可動テーブルの可動方向と直角方向に移動できるサドルと、サドルの上に載せられ上下に移動するアームを支えるコラムと、コラム

に鉛直方向に対して上下可能に取付けられ、工具を取付けたアタッチメントを先端に備え、加工物に対して上下に移動して加工対象物を加工するアームを供えている。この加工装置は、アームの先端に取付けるアタッチメントを取り替えることによって、フライス加工、穴あけ加工等さまざまな加工に対応できるものである。

底付容器の加工を始めるときには、前記クレーンによって加工対象の底付容器を回転テーブルの上に載せ、中心出しをした後底付容器を回転テーブル上に固定する。底付容器の外側を円筒状に切削するときには、アームに取付けられたアタッチメントにバイトを取付け、回転テーブルを所定の回転数で回転させながら、このバイトによって底付容器を切削加工する。ここで、アームが取付けられているコラムはサドルの上に載せられているので、サドルおよび可動テーブルを動かすことにより、アームを移動させることができる。したがって、アームを任意の位置に移動させて、任意の切り込み量を設定することができる。また、アームは上下に移動できるので、このアームを底付容器の軸方向全体にわたって動かすことによって、底付容器の側面全体を切削できる。これらの動きには精度が要求されるため、サーボモータあるいはステッピングモータ等の回転運動をボールねじ等によって直線運動に変換して前記可動テーブル等を移動させることが望ましい。

径方向断面外形状が円形である底付容器の外周を切削して、例えば八角柱等の多角柱状に加工したいときには、例えば正面フライス用のアタッチメントをアームに取付け、正面フライス削りによって底付容器の側面を切削する。アームを上下させて底付容器の軸方向全体にわたって一面を削り出したら、回転テーブルを45度回転させてつぎの側面を加工する。この作業を八回繰り返すと径方向の断面外形状が八角径の底付容器を製造できる。このようにして、任意の多角形断面を持つ底付容器を製造できる。

使用済み核燃料を収納するキャスクとして底付容器を使用するときには、底付容器の内形状は使用済み核燃料集合体を収納するバスケットの外周の少なくとも一部に合わせた形状とすることが望ましい。容器内に前記バスケットを容易に挿

入し、固定できるからである。このような断面形状としては、例えば図15(d)に示すようなものがある。底付容器の内側をこのような形状に成形するには、アームに取付けるアタッチメントを例えばエンドミル用のものに変更して、断面内の角部が階段状になるように加工する。

- 5       まず、サドルおよび可動テーブルを動かして、アームを回転テーブルに載せられた底付容器の上まで移動する。つぎに、アームを下げて底付容器の内部に、エンドミルを取付けたアタッチメントを挿入して、エンドミルの位置決めをする。その後、所定の切り込み量を与えて底付容器の内側を切削する。何度か切り込みを加えて切削し、所定の形状が得られたら一段目の切削は完了する。一つの角部
- 10       において必要な階段状の形状が得られたら、回転テーブルを90度回転させて、次の角部を加工する。この作業を四回繰り返すと図15(d)に示したような径方向断面内形状を持つキャスク用底付容器を製造できる。

- なお、底付容器の内側を切削加工するときには、切削屑や切削油の逃げ場がないため、加工の途中で切削できなくなってしまう。このため、例えばバキューム
- 15       ポンプ等の排出手段によって切削屑等を加工中の底付容器内部から除去することが望ましい。

- 底付容器を縦にして切削加工すると、横置きにした場合と比較して切削屑等の処理は必要になるものの、重力による変形の影響は低減できる。なお、この加工装置を上下反転して構成すれば、底付容器は開口部を下にして加工されるので、
- 20       底付容器の内側を切削加工する際には容易に切屑等を排出できる。

- つぎに、本発明の方法で製造した底付容器を使用済み核燃料収納容器であるキャスクに適用した例について説明する。第12図は、この発明の実施の形態に係るキャスクを示し、(a)は軸方向断面図、(b)は径方向断面図である。このキャスク100は、内部にバスケット3を備えた底付容器1と、底付容器1の外側に設けられたレジンやシリコンゴム等の中性子遮蔽材2と、キャスク100の外
- 25       外面になる外筒4とから構成されている。なお、底付容器1は上記の切削加工によって内側と外側とを成形したものである。

この底付容器 1 の上部には、一次蓋 5 および二次蓋 6 が設けられ、当該二次蓋 6 には中性子を遮蔽するためのレジン 7 が封入されている。また、底付容器 1 は、押し抜き絞り加工により形成した底付きの円筒形状であって、 $\gamma$ 線遮蔽機能を有する炭素鋼またはステンレス鋼からなる。

- 5      前記中性子遮蔽材 2 は、水素を多く含有する高分子材料であって中性子遮蔽機能を有する。また、底付容器 1 の下部には、レジンやシリコンゴム等の中性子遮蔽材 8 を封入した遮蔽体 9 が取付けられている。前記バスケット 3 は、使用済み核燃料集合体（図示省略）を収容するセルを格子状に配置したものであり、ボロンとアルミニウムとの複合材料から構成されている。

- 10      また、耐圧容器としての密閉性能を確保するため、一次蓋 5 および二次蓋 6 と底付容器 1 との間には金属ガスケットを設ける。前記底付容器 1 と外筒 4 との間には熱伝導を行う複数の銅製内部フィン 10 が溶接されており、前記中性子遮蔽材 2 は、この内部フィン 10 によって形成される空間に流動状態で注入され、発熱固化される。前記一次蓋 5 および二次蓋 6 は、 $\gamma$ 線遮蔽機能を有する炭素鋼製  
15      或いはステンレス鋼製である。

- 上記キャスク 100 では、底付の底付容器 1 を用いているから、従来のような底板を溶接する場合に比べて、製造の手間を省くことができる。また、従来では底付容器に底板を溶接していたので、溶接の品質により当該部分における密閉性が左右されることになっていたが、このような底付の底付容器 1 であれば当該部  
20      分における密閉性の問題は極めて少なくなる。なお、この発明のキャスク 100 を実現するにあたっては、底付容器 1 内のバスケット 3 の形状や材質、中性子遮蔽材 2 の充填状態、内部フィン 10 の数や位置などは、上記第 12 図に示した例に限定されない。

- 実施の形態 1 に係る底付容器の製造方法は、円筒の直径に対して肉厚の厚い、  
25      いわゆる厚肉容器の製造に適している。さらに本発明の製造方法は、いわゆる厚肉容器の中でも、特に軸方向長さと同径とが 1 : 1 以上の容器を製造する場合に適している。この比率を超えるようになると、一般的な熱間加工では成形が進む

につれてプレス圧が増加するが、本実施の形態に係る製造方法は加工の始めと終わりとでプレス圧が大きく増加しないからである。本実施の形態に係る製造方法は、具体的には、例えば直径に対して肉厚が厚く、さらに軸方向の長さが数メートルにも及ぶ大型の底付容器であるキャスク等を製造する場合に特に適している。

- 5 従来このような大型で厚肉の底付一体の容器を製造するためには、数万 t o n 規模のプレス機が必要であった。しかし、本発明に係る製造方法でこのようないわゆる厚肉の大型底付容器を製造すると、プレス圧力が一万 t o n 程度で済むため、数万 t o n のプレス機を使用しなくとも既存の大型プレス機によって成形できる。また、成形後の容器は端面形状に優れており、また表面および内部欠陥も
- 10 ほとんど発生しないため、成形後の修整はほとんど不要となる。なお、本発明の製造方法は、このような厚肉の大型底付容器に限られず、比較的肉厚の薄い放射性物質収納容器であるキャニスタも製造することができる。

- また、本発明の製造方法によって、大型プレス機用シリンダや化学プラント用容器、石油精製プラント用のリアクタ容器、アンモニア合成槽、あるいは熱交換
- 15 器用容器、ボイラー等の圧力容器、水力発電用の水車を収める大型回転機器用のケーシング、潜水艦あるいは潜水艇の胴等も製造することができる。また、本発明の方法に使用できる材料は炭素鋼に限らず、ステンレス鋼、低合金鋼等の鉄系材料の外、ニッケル合金やアルミ合金、銅合金、マグネシウム合金などの非鉄金属も含まれる。

## 20 実施の形態 2

- 第 1 3 図は、この発明の実施の形態 2 に係る底付容器を示す斜視図である。第 1 3 図に示す底付容器 1 は、その外形および内形ともに八角形であることに特徴がある。また、容器の外形または内形のうち少なくとも一方を多角形としてもよい。放射性物質格納容器であるキャスクの底付容器には燃料棒の集合体を支える
- 25 バasket が收容されるので、特にキャスクにおいては底付容器の内形状をBasket に合わせた形状に成形するようにするのが好ましい。したがって、キャスクの内形は円状よりも多角形状である方が望ましい。そして、キャスクの内形を

多角形とした場合には、キャスク胴の肉厚をできるだけ均一にした方が寸法や重量の点で有利であることから、キャスク胴の外形も多角形とすることが望ましい。この底付容器はこのような要求に対応できるものである。

第14図は、実施の形態2に係る底付容器を製造するためのコンテナ胴とポンチとを示す断面図である。成形用コンテナの胴部300はその内部の断面形状が略八角形をしており、また、穿孔ポンチ410の外形も略八角形状である。実施の形態1で説明した熱間拡張成形法でこの成形用コンテナの胴部300と穿孔ポンチ410とを使用すれば、熱間拡張成形時における荷重の増加を抑制しつつ、成形終了後における加工物の表面欠陥を抑制し、また端面形状に優れた多角形断面の底付容器を製造することができる。

第15図は、実施の形態2に係る製造方法によって成形できる底付容器の例を示す軸方向に垂直な断面図である。成形用コンテナ胴部の断面および穿孔ポンチの外形を適宜変更することによって、このような断面形状を有する底付容器を成形することができる。特にキャスクの内形を形成する穿孔ポンチ410は使用済み核燃料を収納するバスケットの形状に合わせて適宜変更することが望ましい。例えば、同図(d)に示すような内断面形状をその外形とする穿孔ポンチを使用すれば、バスケットの形状に合わせた内形を成形できる。

第16図は、実施の形態2に係る製造方法によって成形できる底付容器の例を示す軸方向断面図である。成形用コンテナ300の底部の内形および穿孔ポンチ410の先端形状を、底付容器の底の形状に合わせることで、これらの容器を成形することができる。同図(d)に示す容器は、成形後に底部に孔を穿孔してもよいし、先端に突起を設けた穿孔ポンチによって成形してもよい。このようにして成形した容器は、胴部と一体として形成される底部が平面ではなく曲面が必要である容器に使用することができる。例えば、水力発電用の水車を収める大型回転機器用のケーシング等に適用できる。

### 実施の形態3

第17図は実施の形態3に係る底付容器を示す軸方向断面図である。この底付



容器 1 は、胴と底とを一体に成形すると同時に、容器の底にざぐり部も形成する点に特徴がある。従来は厚肉円筒にざぐり部を設けた底を溶接によって取付けていたが、この製造方法では底にざぐり部を設ける工程の他に、溶接工程や溶接後の熱処理工程が必要であるため、製造に手間を要するという問題があった。本発明に係る底付容器を製造する方法によれば、一工程でざぐり部を設けた底を、胴と一体として成形できるため、製造が非常に容易になるという利点がある。

第 18 図は底付容器にざぐり部 800 を設ける方法を示した説明図である。同図 (a) に示すように、ポンチ 410 を押し込んで熱間拡張成形する前に、予め成形用コンテナの底部 301 に筒状の部材である円筒 302 を設けておく。ここで、この円筒 302 のみでもざぐり部 800 は形成できるが、金属ビレット 200 の成形後にこの円筒 302 を取り出しやすくするために、予めこの円筒 302 の上部に環状の金属板 303 を載せてもよい (同図 (a) 参照)。環状の金属板 303 は、その径方向の幅を円筒 302 の径方向の幅よりもやや大きくしてある。このようにすることで、金属ビレット 200 を底付容器へ成形した後に円筒 302 を容易に取り外すことができる。なおこの場合、環状の金属板 303 は底付容器の成形後にその底部に嵌め殺すことになる。

円筒 302 のみでざぐり部 800 を成形するときには、円筒が金属ビレット 200 と接する側における円筒の径を、円筒が成形用コンテナ 300 の底部 301 と接する側における径よりも小さくすることが望ましい。すなわち、プレス方向に向って円筒 302 の径が大きくなるように、円筒 302 にテーパを設けることが望ましい。このようにすることで、熱間拡張成形した後の金属ビレット 200 から、円筒 302 を取り外しやすくなる。

金属ビレット 200 をコンテナの胴部 300 に装入して円筒 302 および環状の金属板 303 の上に載せ (第 18 図 (b))、ポンチ 410 をビレット 200 に押し込んで底付容器の形に熱間拡張成形する (第 18 図 (c))。こうして成形した金属ビレット 200 の底部には、第 18 図 (d) に示すように、円筒 302 および環状の金属板 303 によって環状の溝が形成される。このままでは単に環状

の溝を設けたに過ぎないので、ざぐり部 800 を形成するためにガスバーナー等の切断手段（図示せず）によって環状の溝内部に存在する柱状の部分である円柱部を切断する。このようにして、底部にざぐり部 800 を備えた底付容器を製造することができる（第 18 図（e））。なお、ざぐり部 800 は必要に応じて切削加工等によって仕上げてよい。

また、第 18 図（b'）に示すように、円筒 302 の代わりに円柱 304 を使用しても、底付容器の底部にざぐり部 800 を形成することができる。なお、この場合にも円柱 304 の上に金属板 305 を載せて成形することができる（第 18 図（c'））。円筒 302 を使用した場合と異なり、円柱 304 を使用した場合は底付容器を成形すると同時にその底部にざぐり部 800 を形成できる（第 18 図（e'））。このため、同図（d）に示す円柱部を切断する工程は不要であるが、その一方で円筒 302 を使用した場合よりも大きなプレス圧力が必要となる。したがって、プレス機の性能、製造する底付容器の大きさ等を考慮した上で、円筒 302 あるいは円柱 304 のうちいずれを使用するかを決定することが望ましい。

15      なお、円柱 304 のみでざぐり部 800 を形成する場合には、プレス方向の前方側に向って大きくなるテーパを設けておくことが望ましい。すなわち円柱 304 の軸方向断面が台形状の円柱とすることが望ましい。このようにすることで、熱間拡張成形した後の金属ビレット 200 から、円筒 302 を取り外しやすくなる。

20      なお、上記円筒 302 および円柱 304 の軸方向に垂直な断面の形状を変更することによって所望の断面形状を備えたざぐり部 800 を成形することができる。例えば、軸方向に垂直な断面の形状を多角形にすることによって、内面形状が多角形のざぐり部 800 を形成することができる。このようにすることで、底付容器の外形に合わせたざぐり部を形成することができるため、ざぐり部における径

25      方向の肉厚を一定に保つことができる。

第 19 図は本発明に係る製造方法で成形できる底付容器の例を示した軸方向断面図である。第 19 図（a）および（b）に示す底付容器 1 は、上記説明におい

て、円筒あるいは円柱の径を適宜選択することによって成形できる。同図（c）は底部に二段のざぐり部800を設けた例である。二段のざぐり部800を設けるには、例えば、径の異なる二個の円柱を積み重ねた形状をした、軸方向の断面が凸形の成形治具を金属ビレット200の底に設置することで成形できる。また、  
5 径および高さの異なる二個の円筒を、金属ビレット200の底に設置することでも成形できる。また円筒の外側面に、軸方向に対して段部を設けて使用してもよい。

#### 実施の形態4

第20図は、この発明の実施の形態4に係る底付容器を示す軸方向断面図である。この底付容器1は、実施の形態1に示した製造方法において、熱間拡張成形  
10 前に成形した張出部201（第2図（b）参照）をそのまま容器のフランジとして利用する点に特徴がある。使用済み核燃料収納容器であるキャスクは、一次蓋と二次蓋との間に数気圧のヘリウムガスを封入しているため、二次蓋の取付け部には大きな力がかかる。また、二次蓋は落下の衝撃を受ける場合もあるので、  
15 二次蓋の取付け部であるフランジ部は強固な構造であることが求められる。本発明に係る容器は、フランジを胴体と一体として成形しており、また胴体の径よりも大きくしてあるのでボルトを二列に配置する等の手段もとりやすい。したがって、二次蓋をより強固に固定することができる。

従来のキャスクではフランジ部を別に製造してキャスク胴と溶接して取付けていたため、製造に手間を要していた。本発明の製造方法によれば、端面形状に優  
20 れた底付の厚肉容器を製造できるため、容器端面に形成した張出部201（第2図（b）参照）をほとんど加工せずにフランジとして利用できる。したがって、溶接および溶接後熱処理工程を省略することができ、製造工程を簡略にできる。  
なお、第20図では、熱間拡張成形前に成形した張出部201（第2図（b）参  
25 照）をそのまま容器のフランジとして利用しているが、この張出部201を切削加工等によって取り除き容器開口部の内側に加工を施して、これまで使用されてきた張り出しのないフランジを形成することもできる。この場合もフランジ部と

胴体とが一体に成形されているため、強度および密閉性を十分に確保できる。

#### 実施の形態 5

つぎに、底付容器 1 の別の製造方法について説明する。第 21 図～第 26 図は、第 12 図に示したキャスク 100 の底付容器 1 の製造工程を示す説明図である。

- 5 この底付容器 1 の成形は、据え込み工程と押し抜き絞り工程とを組み合わせで行われる。

まず、プレス加工機（図示省略）のスライドテーブル 20 上にリング状の第 1 ダイス 21、第 2 ダイス 22 および第 3 ダイス 23 を積み重ね、この第 1 ダイス 21～第 3 ダイス 23 の中に第 1 加圧台 24、第 2 加圧台 25 および第 3 加圧台 10 26 を配置し、型を構成する（第 21 図の（a））。金属ビレット W の上面には穿孔ポンチ 27 が位置する。この穿孔ポンチ 27 は、プレス加工機のパンチに取付けたステム 28 によって加圧される（第 21 図の（b））。金属ビレット W は、前記第 1 ダイス 21 内に設置される。当該金属ビレット W は真空鑄造により成形した低炭素鋼またはステンレス鋼からなり、上面が円形で下面が上面より小さな円形となる円錐台形状である（傾斜面角度は図示省略）。加圧加工時、金属ビレット 15 W は 1000℃～1200℃の範囲内に加熱されている。当該加熱は電気炉にて行い、赤めた状態でスライドテーブル 20 上に設置する。なお、ここで第 1 ダイス 21 と金属ビレット W との間に、上述した円筒 302 および環状の金属板 303（第 18 図（a）参照）を設け、底部にざぐり部を形成してもよい。

- 20 つぎに、金属ビレット W を設置したら、穿孔ポンチ 27 を加圧して据え込み加工を行う（第 21 図の（c））。第 1 ダイス 21 の内端部は開口形状になっているから、穿孔ポンチ 27 と第 1 ダイスの開口部分 21a との間に素材が流れ、金属ビレット W が皿状に変形する。続いて、吊冶具 29 を用いて第 1 ダイス 21 ごとステム 28 を吊り上げ（第 21 図の（d））、スライドテーブル 20 を移動させて 25 搬出し、第 1 加圧台 24 を取り外す（第 21 図の（e））。

第 1 ダイス 21 ごと金属ビレット W を吊り上げたら、この状態で第 2 ダイス 22 上にスペーサ 30 を設置する（第 22 図の（a））。続いて、スライドテーブル

20を移動させて型を搬入し（第22図の（b））、そのまま穿孔ポンチ27を押し下げ、第1ダイス21により押し抜き絞り加工を施す（第22図（c））。これにより、金属ビレットWが第1ダイス21を通過するときに頂部の皿状部分が絞られ、カップ形状になって第2ダイス22内に位置する。つぎに、ステム28および吊冶具29とを上方に退避させ、スライドテーブル20を移動させて金属ビレットWおよび型を搬出するとともにスペーサ30を取り外す（第22図の（d））。5

この状態で穿孔ポンチ27は、カップ形状になった金属ビレットWの底に残る（第23図の（a））。つぎに、スペーサ30を取り外した状態でステム28を降下させ、穿孔ポンチ27により加圧する（第23図の（b））。これによって金属ビレットWがさらに据え込まれ、第2ダイス22の開口部分22aと穿孔ポンチ27との間から素材が流れて、金属ビレットWが変形する。続いて、吊冶具29を用いて第2ダイス22を金属ビレットWごと吊り上げる（第23図の（c））。この状態でスライドテーブル20を移動させて型を搬出し、第2加圧台25を取り外す（第23図の（d））。10

つぎに、第3ダイス23上にスペーサ31を設置する（第24図の（a））。続いて、スライドテーブル20を移動させて型を搬入し（第24図の（b））、そのまま穿孔ポンチ27を押し下げ、第2ダイス22により押し抜き絞り加工を施す（第24図（c））。これにより、金属ビレットWが第2ダイス22を通過するときに腹部が絞られてカップ状になる。つぎに、ステム28および吊冶具29とを上方に退避させ、スライドテーブル20を移動させて金属ビレットWおよび型を搬出するとともにスペーサ31を取り外す（第24図の（d））。この状態で穿孔ポンチ27は、カップ形状になった金属ビレットWの底に残ることになる。15

つぎに、スライドテーブル20を移動させて金属ビレットWをステム28の下方に位置させ（第25図の（a））、ステム28を降下させて穿孔ポンチ27により金属ビレットWを加圧する（第25図の（b））。これによって金属ビレットWがさらに据え込まれ、第3ダイス23の開口部分23aと穿孔ポンチ27との間から素材が流れて、金属ビレットWが変形する。続いて、吊冶具29を用いて第25

3ダイス23を金属ビレットWごと吊り上げる(第25図の(c))。この状態でスライドテーブル20を移動させて、第3加圧台26を取り外す(第25図の(d))。

つぎに、スライドテーブル20上にスペーサ32を設置する(第26図の(a))。

- 5 続いて、スライドテーブル20を移動させてスペーサ32を搬入し(第26図の(b))、そのまま穿孔ポンチ27を押し下げ、第3ダイス23により押し抜き絞り加工を施す(第26図(c))。これにより、金属ビレットWが第3ダイス23を通過するときにその腹部が絞られる。つぎに、ステム28および吊冶具29とを上方に退避させ、スライドテーブル20を移動させて金属ビレットWを搬出す
- 10 るとともにスペーサ32を取り外す(第26図の(d))。この状態で穿孔ポンチ27は、カップ形状になった金属ビレットWの底に残っているが、このまま底付容器1の底として使用する。なお、穿孔ポンチ27を取り除いて使用することも可能である。また、スライドテーブル20を移動させてスペーサ32を搬入したときに(第26図の(b))、スペーサ32の内部に円筒スペーサ302(第2図
- 15 (e'))参照)を設けて、穿孔ポンチ27によって金属ビレットWの底部を打ち抜けば、この方法によっても円筒容器を成形できる。

- 上記成形が終了したら、所定の熱処理を施し、底付容器内面の機械加工を行う。このようにして成形した底付容器1は、金属ビレットWからの断面減少率が40%程度になる。また、通常の後方押出成形により底付容器を成形する場合に比
- 20 べると、後方押出成形による場合は、底付容器の底部が厚くなり、キャスクの重量増加を招くことになる。また、プレス機械に大きな圧力を持ったものが必要になり、底付容器の規模によっては製造できない場合がある。これに対して、この実施の形態に係る製造方法によれば、上記のように据え込みと押し抜き絞りとを組み合わせ
- て成形を行うので、据え込み時或いは絞り時の圧力がそれぞれ小さく
- 25 てよい。このため、従来から使用されている大型のプレス加工機を用いて成形することが可能になる。

第27図は、上記底付容器の他の製造方法を示す説明図である。上記製造方法

では、これまで説明したように、円筒形状の穿孔ポンチ 2 7 および加圧台 2 4 ~ 2 6 と、内部円リング形状のダイス 2 1 ~ 2 3 を用いていたが、これら穿孔ポンチ 2 7 などはこれらの形状に限定されない。例えば同図 (b) に示すように、底付容器 1 の外形を 8 角形にする場合には、第 1 ダイス 2 1 b ~ 第 3 ダイスの内部  
5 形状を 8 角形にすればよい。この場合、ダイス内に設置する加圧台 2 4 b も 8 角形になる。

また、底付容器 1 の内形を 8 角形にする場合には、同図 (c) に示すように、穿孔ポンチ 2 7 c を 8 角柱にすればよい。この場合の金属ビレット W は、8 角錐台形状になる (テーパ角度の詳細は図示省略)。さらに、底付容器 1 の内形を段  
10 付とする場合には、同図 (d) に示すように、穿孔ポンチ 2 7 d を段付き形状の角柱にすればよい。なお、図示しないが、底付容器の内外形を 8 角形にする場合には、同図 (b) に示したダイス 2 1 b と、同図 (c) に示した穿孔ポンチ 2 7 c を用いればよい。また、8 角形以外であっても、当該発明の製造方法によれば、穿孔ポンチ、ダイスなどの形状を変えることで上記同様に成形可能である。なお、  
15 第 2 7 図に示した穿孔ポンチ 2 7 c および 2 7 d は上記実施の形態 1 に係る製造方法にも適用できる。

第 2 8 図は、異なる製造方法の実施の形態を示す説明図である。この製造方法は、ステム 5 1 をプレス加工機のスライドテーブル 5 2 上に設置するとともにこのステム 5 1 の頂部に穿孔ポンチ 5 3 を取付け、加圧台 5 4 をプレス加工機のパンチ 5 5 に取付けることで実現する。すなわち、同図 (a) に示すように、穿孔  
20 ポンチ 5 3 に金属ビレット W を載せ、プレス加工機のパンチ 5 5 を降下させることで、第 1 ダイス 5 6 による金属ビレット W の据え込み加工を行う。

つぎに、金属ビレット W の下端が皿状に変形したら、パンチ 5 5 を退避させて金属ビレット W ごと搬出する (図示省略)。そして、第 1 ダイス 5 6 の上部に複数の  
25 のスペーサ 5 7 を載せ、パンチ 5 5 の下方に搬入する。また、加圧台 5 4 は、パンチ 5 5 から取り外しておく。この状態でパンチ 5 5 を降下させて加圧すると、同図 (b) に示すように、第 1 ダイス 5 6 により金属ビレット W が絞られる。こ

の第1ダイス56は、そのまま下方に退避する。

つぎに、上記同様に金属ビレットWを搬出してスペーサ57を取り外すとともに加圧台54を取付け、再びパンチ55の下方に搬入する(図示省略)。また、パンチ55側には、第2ダイス58が取付けられる。この状態でパンチ55を降下させ、金属ビレットWを据え込み加圧する(同図(c))。続いて、一旦、金属ビレットWを搬出してからその第2ダイス58上に複数のスペーサ59を設置するとともに加圧台54を取り外し、再び搬入する。そして、この状態でパンチ55を降下させて加圧すると、同図(d)に示すように、底付容器1の腹部が絞られる。この第2ダイス58は、このまま下方に退避する。

- 10 続いて、上記同様、金属ビレットWを搬出してスペーサ59を取り外し、再びパンチ55の下方に搬入する(図示省略)。また、パンチ55側には、第3ダイス60および加圧台54が取付けられる。この状態でパンチ55を降下させて金属ビレットWを加圧すると、同図(e)に示すように、金属ビレットWがさらに変形する。そして、一旦、金属ビレットWを搬出してからその第3ダイス60上に  
15 複数のスペーサ61を設置するとともに加圧台54を取り外し、再び搬入する。そして、この状態でパンチ55を降下させて加圧すると、同図(f)に示すように、底付容器1の腹部が絞られる。この第3ダイス60は、このまま下方に退避する。なお、本発明の方法に使用できる材料は炭素鋼、ステンレス鋼、低合金鋼等の鉄系材料の外、ニッケル合金やアルミ合金、銅合金、マグネシウム合金など  
20 の非鉄金属も含まれる。

具体的な成形条件について説明する。低炭素鋼の金属ビレットを用いてこれを1000℃に加熱し、歪速度を0.1~1sとするとき、その変形抵抗は、1.5~3kgf/mm<sup>2</sup>となる。例えば、1mの長さを1分で押し抜くとして、外径2500mmから2200mmへの減少を30度ダイスで行う場合、内径を1420mmとすると、歪は、

$$1/n \left( (2500^2 - 1420^2) / (2200^2 - 1420^2) \right) = 0.4$$

となり、これを時間  $(2500 - 2200 / 2 / \tan 30^\circ) / (1000 /$



60) = 15.6 sec で加工することになる。したがって、このときの歪速度は  $0.025^{-1}s$  となる。

つぎに、押し抜き力は、変形抵抗が  $3\text{ kgf/mm}^2$  のとき摩擦係数を 0.3 とすると、

$$5 \quad 3 \times \pi / 4 \times (2200^2 - 1420^2) \times \ln((2500^2 - 1420^2) / (2200^2 - 1420^2)) \times (1 + 0.1 \times 0.3 / \tan 30^\circ) + 4\pi / (6 \cdot 3 \cdot \sqrt{3}) = 5460640 \text{ kgf}$$

となる。しかし、初期には温度が高いので、押し抜き力は半分の  $2730 \text{ tonf}$  になる。また、押し抜き時に底が抜けないうための最終厚みは、

$$10 \quad 540640 / (3 / \sqrt{3}) / \pi / 1420 = 707 \text{ mm}$$

であり、したがってこれ以上が必要となる。

製品長  $4885 \text{ mm}$  のとき素材長は、

$$4885 \times (2200^2 - 1420^2) / 2200^2 = 2850 \text{ mm}$$

であるから、一回の据え込み量を  $1/3$  の  $950 \text{ mm}$ 、型拘束部までの高さを最

15 終底厚みの  $700 \text{ mm}$  とすると、必要な据え込み力は、

$$3 \times \pi / 4 \times 1420^2 \times (1 + 0.3 \times 1420 / 700 / 2) = 6196700 \text{ kgf}$$

となる。この程度の圧力であれば、使用実績のある  $8000 \text{ ton}$  プレスによって成形可能である。

20 これに対して、後方押出成形する場合の押出し力は、

$$3 \times \pi / 4 \times 2200^2 \times (\ln(2200^2 / (2200^2 - 1420^2)) \times (1 + 2 \times 0.5 / \tan 45^\circ)) + 4\pi / (4 \cdot 3 \cdot \sqrt{3}) = 19186103 \text{ kgf}$$

となるから、 $20000 \text{ ton}$  プレスが必要になる。

25 以上説明したように、この発明の放射性物質格納容器および容器では、底部と胴部とが一体形成された底付容器を用いることにより、従来のような底板の溶接が不要になり、後の熱処理が省略できる。この結果製造の手間を大幅に削減でき

る。また、上記の底付容器は熱間拡張により成形されるので、そのプレス圧は例えば熱間後方押出し成形等に比べて小さなプレス圧で済む。

また、この発明の放射性物質格納容器および容器は、軸方向に垂直な断面形状が多角形である金属ビレット、および軸方向に垂直な断面内形状が円状である成形用コンテナを用いて底付容器成形した。このため、従来のような底板の溶接が不要になるため、製造に要する手間を削減できる。さらに、拡張成形においては上記金属ビレットの多角形の一辺を曲げる作用によって、従来よりも小さい圧力で底付容器を成形できる。

また、この発明の放射性物質格納容器および容器は、軸方向に垂直な断面形状が多角形である金属ビレット、および軸方向に垂直な断面内形状が多角形である成形用コンテナを用いて底付容器成形した。このため、従来のような底板の溶接が不要になるため、製造に要する手間を削減できる。さらに、拡張成形においては上記金属ビレットの多角形の一辺を曲げる作用によって、従来よりも小さい圧力で底付容器を成形できる。さらに、さまざまな用途に対応した外形の底付容器を容易に成形できる。

また、この発明の放射性物質格納容器は、原子炉の燃料として用いた使用済み核燃料集合体のバスケットを収納できる程度に軸方向に長く、且つ内径が大きい厚肉の底付容器を、成形用コンテナ内において熱間拡張成形によって底部と胴部とを一体として成形した。このため、従来のような底板の溶接が不要になり、溶接後の熱処理が省略できるので、製造に係る手間を削減できる。特に、厚肉で且つ軸方向の寸法が数メートル、内径が2～2.5メートルにも及ぶこの底付容器においては、上記工程を省略できる効果は極めて大きい。

また、この発明の放射性物質格納容器は、穿孔ポンチの断面が容器内部に収納する使用済み核燃料集合体のバスケットの断面に近似する寸法形状としたので、熱間拡張成形後に容器内部を切削する作業が容易になり、製造に手間を要しない。

また、この発明の放射性物質格納容器は、成形用コンテナ内において熱間拡張成形によって底部と胴部とを一体に成形した底付容器内に放射性物質を収納した

場合に、前記胴部側面略中央部の外壁表面における $\gamma$ 線の線量当量率が $200\mu Sv/h$ 以下とした。容器の側面略中央部の外壁表面における $\gamma$ 線の線量当量率が $200\mu Sv/h$ 以下であるという要求を満たすためには、ステンレス鋼や炭素鋼等によって肉厚が数十cmにも及ぶ容器を製造する必要がある。このような  
5 厚肉容器の胴部と底部とを一体として成形したため、従来のような底板の溶接が不要になり、溶接後の熱処理が省略できるので製造に手間を要しない。特に、このような厚肉の底付容器においては、上記工程を省略できる効果は極めて大きい。

また、この発明の放射性物質格納容器は、上記放射性物質格納容器および容器において、前記底付容器は外径が、 $1000mm$ 以上 $3000mm$ 以下であり、  
10 肉厚が $150mm$ 以上 $300mm$ 以下とした。このような厚肉の容器を底部と胴部とを一体として形成したため、従来のような底板の溶接が不要になり、溶接後の熱処理が省略できるので、製造に手間を要しない。特に軸方向の寸法が大きい厚肉の底付容器においては、上記工程を省略できる効果は大きい。

また、この発明の放射性物質格納容器および容器は、少なくともプレス方向の  
15 前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成した金属ビレットを成形用コンテナに装入し、穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込み当該金属ビレットを熱間拡張成形した。このため、従来のような底板の溶接が不要になり、溶接後の熱処理が省略できる。また、この底付容器は端部や容器表面に生ずる欠陥が少ないため、成形後にこれらの欠陥を修正する手間が少なくて済むので製造に手  
20 間を要しない。

また、この発明の放射性物質格納容器では、熱間プレス加工により前記底と胴部とを一体に成形した。また、この発明の放射性物質格納容器では、金属ビレットを加熱して据え込み絞り成形することで前記底と胴部とを一体に成形した。このため、溶接工程および後の熱処理工程を省略できるから、製造に手間を要しな  
25 い。

また、この発明の放射性物質格納容器は、前記底付容器の底部にざぐり部を一体として備えた。この底付容器は、熱間拡張成形時にざぐり部も一体として成形

するため、ざぐり部を設けるための工程が省略できるので、製造に手間を要しない。

また、この発明の放射性物質格納容器は、前記底付容器の胴部にフランジを一体として設けたので、溶接および溶接後熱処理工程を省略でき、製造の手間を省くことができる。また、容器自体の密閉性や強度も確保できる。

また、この発明の放射性物質格納容器および容器は、前記底付容器の胴部外側断面または内側断面のうち少なくとも一方を多角形とした。このため、底付容器を拡張成形する際に容器の内側断面形状をバスケットに合わせた形状に成形できるので、従来必要であった容器内部の切削工程を省略できるため、製造に手間を要しない。

また、この発明に係る熱間拡張成形用金属ビレットは、少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成した。このため、多角形の辺を曲げる作用、および金属ビレットの据込みを抑制する作用が生ずる。これらの作用によって、従来よりも少ないプレス圧力で軸方向の長さとの比が1以上の厚肉容器を成形できる。また成形後における容器の端部や表面に生ずる欠陥も抑制できる。

また、この発明に係る熱間拡張成形用金属ビレットは、プレス方向の前方側における側面またはプレス方向の後方側における側面のうち少なくとも一方に、少なくとも一つの平面を備えた。熱間拡張成形時においては、この平面を曲げる作用によって拡張成形するため、熱間拡張成形時に要する力は側面が曲面である場合よりも小さくて済む。したがって、従来よりも小さいプレス圧力で軸方向に長い厚肉の容器を成形できる。また、側面が曲面である場合と比較して、割れ等の内部欠陥も低減できる。

また、この発明に係る熱間拡張成形用金属ビレットは、上記熱間拡張成形用金属ビレットにおいて、さらに、前記金属ビレットのプレス方向の前方側に、プレス方向に向かって細くなるテーパを設けた。また、この発明に係る熱間拡張成形用金属ビレットは、上記熱間拡張成形用金属ビレットにおいて、さらに、前記

金属ビレットのプレス方向前方側が、プレス方向に向かって段階的に細くなるように少なくとも一以上の段部を設けた。これらの金属ビレットは、熱間拡張成形の最終段階において、成形用コンテナの底部付近に金属が充満するタイミングを遅らせることができる。このため、熱間拡張成形の最終段階において据込みを抑制し、その結果、熱間拡張成形時におけるプレス圧力を小さくすることができる。

また、この発明に係る熱間拡張成形用金属ビレットは、プレス方向の後方側における端部に張出部を備えたので、この張出部が熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する。この作用により、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなってプレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。また、側面に少なくとも一つの平面を備えたので、この平面を曲げる作用および金属ビレットの据込みを抑制する作用も生ずる。したがって、これらの相互作用によってプレス圧力を小さく抑えることができる。また、この金属ビレットは、製造時に予め張出部を金属ビレットのプレス方向の後方側に設けたので、容器の製造工程を簡略にすることができる。

また、この発明の熱間拡張成形用金属ビレットでは、プレス方向の後方側に張出部を備えるようにしたため、この張出部が熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する。この作用により、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなってプレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。また、少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成したので、多角形断面の各辺を曲げる作用および金属ビレットの据込みを抑制する作用も生ずる。したがって、これらの相互作用によってプレス圧力を小さく抑えることができる。また、この金属ビレットは、製造時に予め張出部を金属ビレットのプレス方向の後方側に設けたので、プレス方向の後方側に張出部を形成する工程が不要となり、容器の製造工程を簡略にすることができる。

また、この発明の熱間拡張成形用金属ビレットでは、プレス方向の後方側に張出部を備えたため、この張出部が熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する。この作用により、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなっ

てプレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。また、少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成したので、上記曲げの作用および金属の流れを抑制する作用も生ずる。さらにプレス前方側はプレス方向に向かって段階的に細くなるようにしたので、熱間拡張成形の最終段階において据込み現象を抑制し、プレス圧力の増加を抑えることができる。したがって、これらの相互作用によってプレス圧力を小さく抑えることができる。また、この金属ビレットは、製造時に予め張出部を金属ビレットのプレス方向の後方側に設けたので、プレス方向の後方側に張出部を形成する工程が不要となる。

また、この発明の熱間拡張成形用金属ビレットでは、プレス方向の後方側に張出部を備えたため、この張出部が熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する。この作用により、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなってプレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。また、金属ビレットの側面のうち少なくとも一方に少なくとも一つの平面を備えたので、上記曲げの作用および金属の流れを抑制する作用も生ずる。さらにプレス前方側はプレス方向に向かって段階的に細くなるようにしているので、熱間拡張成形の最終段階において据込み現象を抑制し、プレス圧力の増加を抑えることができる。したがって、これらの相互作用によってプレス圧力を小さく抑えることができる。また、この金属ビレットは、製造時に予め張出部を金属ビレットのプレス方向の後方側に設けたので、プレス方向の後方側に張出部を形成する工程が不要となる。

また、この発明の容器は、上記放射性物質格納容器および容器において、前記底付容器は外径が、200 mm以上4000 mm以下であり、肉厚が20 mm以上400 mm以下とした。このような厚肉の容器を底部と胴部とを一体として形成したため、従来のような底板の溶接が不要になり、溶接後の熱処理が省略できるので、製造に手間を要しない。特に軸方向の寸法が大きい厚肉の底付容器においては、上記工程を省略できる効果は大きい。

また、この発明に係る容器の製造装置では、コンテナ胴部とコンテナ底部とがコンテナ胴部の軸方向に対して相対的に移動できる成形用コンテナと、プレス加

工機に取付けられ、前記成形用コンテナ内に装入された金属ビレットを加圧する穿孔ポンチとを備えるようにした。このため、熱間拡張成形時において、コンテナの胴部と成形される金属ビレットとはほとんど相対的に移動しないため、熱間拡張成形時におけるプレス圧力の増加を抑制できる。

- 5      また、この発明に係る容器の製造装置では、さらに上記成形用コンテナの胴部を軸方向に分割した。このため、軸方向に長い金属ビレットを成形する場合であっても、熱間拡張成形時における金属ビレットの軸方向に対する変形をコンテナ全体で吸収できる。したがってプレス圧力の増加を抑制できる。

- 10      また、この発明に係る放射性物質格納容器の製造方法では、底部と胴部とを一体に成形した底付容器の外側を切削して仕上げ、また内部を段状に切削加工して使用済み燃料集合体のバスケットの収納箇所を設けたり、あるいは内部を切削仕上げしたりして放射性物質格納容器を製造するようにした。このため、底付容器の内側を容易に切削および仕上げができる。

- 15      また、この発明に係る放射性物質格納容器の製造方法では、熱間拡張成形によって底部と胴部とを一体として底付容器を成形し、その底付容器の外側を切削して仕上げ、また内部を段状に切削加工して使用済み燃料集合体のバスケットの収納箇所を設けたり、あるいは内部を切削仕上げしたりして、放射性物質格納容器を製造するようにした。このため、底付容器の内側を容易に切削および仕上げができる。

- 20      また、この発明に係る底付容器の製造方法では、穿孔ポンチを金属ビレットに押し込み、この金属ビレットの平面を前記コンテナの内壁へ向かう力によって曲げることで、成形用コンテナと金属ビレットとの間に存在する隙間へ前記金属ビレットを拡張成形するようにした。

- 25      この容器の製造方法では、金属ビレットの側面における平面を曲げる作用によって金属ビレットが成形用コンテナの内壁側へ拡張する。また、金属ビレットと成形用コンテナ内壁との間に存在する空間に金属ビレットが拡張するため、金属ビレットの据込み現象が抑制できる。これらの作用によって、この容器の製造方

法においては、プレス圧力が従来よりも小さくて済み、また成形後における容器の端部や表面に生ずる欠陥も抑制できる。

また、この発明に係る底付容器の製造方法では、プレス方向の後方側における端部に成形用コンテナの入口端部と係合する張出部を備えた金属ビレットを使用  
5 するようにした。このため、熱間拡張成形時にはこの張出部が金属ビレットをコンテナ端部に係止する。この作用により、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなってプレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。また、側面に少なくとも一つの平面を備えているため、上記曲げの作用および金属がプレス方向と反対側に流れる現象を抑制する作用も生ずる。したがって、これらの相互作用  
10 によってプレス圧力を小さく抑えることができる。また成形後における容器の端部や表面に生ずる欠陥も抑制できる。

また、この発明に係る底付容器の製造方法では、少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成した金属ビレットを熱間拡張成形することとした。このため、プレス方向の前方側においては、プレス方向の  
15 前方側とコンテナ胴との間に存在する空間に金属ビレットが拡張するので、金属ビレットの据込み現象が抑制できる。したがって、この容器の製造方法においては、プレス圧力が従来よりも小さくて済み、また成形後における容器の端部や表面に生ずる欠陥も抑制できる。

また、この発明に係る底付容器の製造方法では、プレス方向の前方側における  
20 側面またはプレス方向の後方側における側面のうち少なくとも一方に、少なくとも一つの平面を備えた金属ビレットを熱間拡張成形することとした。このため、熱間拡張成形時に要する力は側面が曲面である場合よりも小さくて済む。したがって、従来の容器の製造方法と比較してプレス圧力は小さくて済み、また、割れ等の内部欠陥も低減できる。

25 また、この発明に係る厚物金属製円筒物または円筒容器の熱間プレス成形法では、プレス方向の前方側はコンテナの内径よりも小さい外径または対角線長さの外径をもつ断面形状の部材もしくはコンテナの内径と同等の対角線長さの外径を



もつ断面形状の部材で、また後方側はコンテナの内径と同等な外径または対角線長さをもつ断面形状の部材からなる異径断面形状の継目無金属ビレットを、プレス加工温度に加熱した後プレス成形用コンテナに装入し、しかる後ポンチで該継目無金属ビレットの加工物中心を穿孔しながらプレス加工した。このため、継目  
5 無金属ビレットがプレス成形荷重を低減させ且つ製品歩留りを向上させ、さらに端面形状の優れたプレス成形品が得られる。

また、この発明に係る筒物または容器の製造方法では、プレス方向の前方側はコンテナの内径以下で、また後方側はコンテナの内径と略同等な外径もつ断面形状である金属ビレットを熱間拡張成形した。このため、従来よりも小さいプレス  
10 圧力で厚肉の容器を成形でき、端部や容器表面に生ずる欠陥が少ないため、成形後にこれらの欠陥を修正する手間が少なくて済む。また、プレス方向の前方側および後方側ともに角断面形状であるため、丸断面形状と比較して金属ビレットを比較的容易に加工できる。したがって、製造に手間を要しない。

また、この発明に係る筒物または容器の製造方法では、プレス方向の前方側は  
15 コンテナの内径よりも小さく、また後方側はコンテナの内径と略同等な対角線長さをもつ断面形状である金属ビレットを熱間拡張成形した。このため、従来よりも小さいプレス圧力で厚肉の容器を成形でき、端部や容器表面に生ずる欠陥が少ないため、成形後にこれらの欠陥を修正する手間が少なくて済む。また、プレス方向の前方側および後方側ともに角断面形状であるため、丸断面形状と比較して  
20 金属ビレットを比較的容易に加工できる。

また、この発明に係る筒物または容器の製造方法では、プレス方向の前方側はコンテナの内径よりも小さく、また後方側はコンテナの内径と略同等な外径をもつ断面形状である金属ビレットを熱間拡張成形した。このため、プレス圧力を従来よりも小さくでき、また、端部や容器表面に生ずる欠陥が少ないため、成形後  
25 にこれらの欠陥を修正する手間が少なくて済む。

また、この発明に係る容器の製造方法では、熱間拡張成形前にコンテナの胴部上に金属ビレットのプレス方向の後方側を延出させる工程を含むようにした。ま

た、この容器の成形方法では金属ビレットの平面を成形用コンテナの内壁側に曲げる作用によって金属ビレットを拡張成形するようにした。前記延出部は、熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する作用があるため、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなって、プレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。また、金属ビレットの平面を成形用コンテナの内壁側に曲げる作用によりプレス圧力を低減できる。これらの相互作用によって、この容器の製造方法は、後方押し出し法等と比較して小さなプレス圧力で厚肉の容器を成形できる。

また、この発明に係る容器の製造方法では、予めプレス方向の後方側における端部に成形用コンテナの入口端部と係合する張出部を備えた金属ビレットを熱間拡張成形するようにした。このため、熱間拡張成形前にコンテナの胴部上に金属ビレットのプレス方向の後方側を延出させる工程が不要になるので、熱間拡張に要する時間が短くなる。その結果、金属ビレットの温度が下がらないうちに成形を終了できるため、端部形状はより良好なものとなる。また、上記延出工程も省略できるため、製造に手間を要しない。

また、この発明に係る容器の製造方法では、熱間拡張成形前にコンテナの胴部上に金属ビレットのプレス方向の後方側を延出させる工程を含むようにした。この延出部は、熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する作用があるため、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなって、プレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。また、少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成した金属ビレットを拡張成形するようにしたため、多角形の各辺を成形用コンテナの内壁側に曲げる作用が働く。これらの相互作用によって、後方押し出し法等と比較して小さなプレス圧力で厚肉の容器を成形できる。

また、この発明に係る容器の製造方法では、熱間拡張成形前にコンテナの胴部上に金属ビレットのプレス方向の後方側を延出させる工程を含むようにした。この延出部は、熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する作用があ

るため、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなって、プレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。また、少なくとも一方に、少なくとも一つの平面を備えた金属ビレットを拡張成形するようにしたため、金属ビレットの平面を成形用コンテナの内壁側に曲げる作用が働く。これらの相互作用によって、この容器の製造方法は、後方押し法等と比較して小さなプレス圧力で厚肉の容器を成形できる。

また、この発明に係る厚物金属製円筒物または円筒容器の熱間プレス成形法では、熱間拡張成形前にコンテナの胴部上に金属ビレットのプレス方向の後方側を延出させる工程を含むようにした。この延出部は、熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する作用があるため、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなって、プレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。またプレス前方側は、コンテナの内径よりも小さい外径または対角線長さの外径をもつ断面形状の部材もしくはコンテナの内径と同等の対角線長さの外径をもつ断面形状の部材とした。このため、プレス後方側から金属が供給され且つ高温度に加熱された鋼の良好な塑性加工の作用効果が伴って側方に押し広げられながら加工されるため、コンテナの空間を充満し成形されるため、継目無金属ビレットから、所定形状のプレス製品に製造される。これらの相互作用によって、後方押し法等と比較して小さなプレス圧力で厚肉の容器を成形できる。

また、この発明に係る筒物または容器の製造方法では、熱間拡張成形前にコンテナの胴部上に金属ビレットのプレス方向の後方側を延出させる工程を含むようにした。この延出部は、熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する作用があるため、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなって、プレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。また、プレス方向の前方側は対角線長さがコンテナの内径よりも小さい四角形断面の金属ビレットを使用するようにしたため、四角形断面の各辺を曲げる作用によって拡張成形される。また、金属ビレットのプレス方向の後方側が、プレス方向の前方側の据え込みを抑制する。これらの相互作用によって、この製造方法では、後方押し法等と比較して小さ

なプレス圧力で厚肉の容器を成形できる。

また、この発明に係る筒物または容器の製造方法では、熱間拡張成形前にコンテナの胴部上に金属ビレットのプレス方向の後方側を延出させる工程を含むようにした。この延出部は、熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する作用があるため、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなって、プレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。また、プレス方向の前方側は対角線長さがコンテナの内径よりも小さい四角形断面の金属ビレットを使用するようにしたため、四角形断面の各辺を曲げる作用によって拡張成形される。また、金属ビレットのプレス方向の後方側は、プレス方向の前方側の据え込みを抑制する。

これらの相互作用によって、この製造方法では、後方押し法等と比較して小さなプレス圧力で厚肉の容器を成形できる。さらに、この方法に使用する金属ビレットは一方が丸断面形状の金属ビレットと比較して金属ビレットの加工が比較的容易である。

また、この発明に係る筒物または容器の製造方法では、熱間拡張成形前にコンテナの胴部上に金属ビレットのプレス方向の後方側を延出させる工程を含むようにした。この延出部は、熱間拡張成形時に金属ビレットをコンテナ端部に係止する作用があるため、コンテナと金属ビレットとの拘束がより強くなって、プレス方向の前方側における据え込みを抑制できる。また、金属ビレットのプレス方向の後方側は成形用コンテナの内径と略同径としたため、プレス方向の前方側の据え込みを抑制できる。これらの相互作用によって、この製造方法では、後方押し法等と比較して小さなプレス圧力で厚肉の容器を成形できる。さらに、この方法に使用する金属ビレットは断面形状が異なる金属ビレットと比較して比較的容易に加工できる。

また、この発明に係る容器の製造方法では、上記容器の製造方法において、鍛造工程によって前記金属ビレットを成形し、当該金属ビレットの少なくともプレス方向の前方側を角断面に成形する工程を含むようにした。また、この発明に係る容器の製造方法では、上記容器の製造方法において、前記鍛造工程には前記金

属ビレットのプレス方向の前方側に、プレス方向に向かって細くなるテーパーを設ける工程を含むようにした。また、この発明に係る容器の製造方法では、上記容器の製造方法において、前記鍛造工程には前記金属ビレットのプレス方向の前方側がプレス方向に向かって段階的に細くなるように、少なくとも一つの段部を設ける工程を含むようにした。これらの容器の製造方法は、熱間拡張成形の最終段階において、成形用コンテナの底部近傍に金属が充満するタイミングを遅らせることができる。このため、金属ビレットの据込み現象を抑制でき、熱間拡張成形の最終段階におけるプレス圧力を小さくすることができる。

また、この発明に係る容器の製造方法では、金属ビレットの底に設けた筒状の部材によって、底付容器を成形すると同時に、この底付容器の底部にざぐり部を形成するようにした。従来は切削によってこのざぐり部を設けていたため加工に手間を要していたが、拡張成形後に容器の底部に残った柱状の部分を取り除くだけなので、従来と比較して加工に手間を要さない。

また、この発明に係る容器の製造方法では、金属ビレットの底に設けた柱状の部材によって、底付容器を成形すると同時に、この底付容器の底部にざぐり部を形成するようにした。このため、拡張成形と同時にざぐり部を形成することができるので、従来と比較して加工に手間を要さない。また、柱状の部材を取り除く工程が省略できるため、上記ざぐり部を形成する方法と比較するとざぐり部の形成に手間を要さない。

また、この発明に係る容器の製造方法では、上記容器の製造方法において、前記成形用コンテナの胴部は、当該成形用コンテナの底部に対して相対的に移動できるようにした。このため、熱間拡張成形時においてコンテナの胴部と成形される金属ビレットとはほとんど相対的に移動しないので、プレス圧力の増加を抑制できる。

また、この発明に係る容器の製造方法では、上記容器の製造方法において、前記成形用コンテナの胴部を軸方向に分割した。このため、軸方向に長い金属ビレットを成形する場合であっても、プレス圧力の増加を抑制できる。

また、この発明の放射性物質格納容器の製造方法では、内端部に開口部分を形成したリング状のダイス内に加圧台を設置し、ダイスと加圧台からなる型内に金属ビレットを入れて穿孔ポンチにより金属ビレットを加圧する据え込み工程と、スペーサを前記ダイスの下部に設置し、前記穿孔ポンチによって前記金属ビレットを押し込む金属ビレットの絞り工程とを含むようにしたので、底付容器の成形を行いやすい。

また、この発明の放射性物質格納容器の製造方法では、内端部に開口部分を形成したリング状のダイスを複数積み重ねるとともにこのダイス内に複数の加圧台を積み重ね、ダイスと加圧台からなる型内に金属ビレットを入れる据え込み準備工程と、プレス加工機により作動する穿孔ポンチを用いて型の上から金属ビレットを加圧する据え込み工程と、穿孔ポンチおよび上部のダイスを金属ビレットごと退避させる退避工程と、前記使用した加圧台を取り除くとともにつぎのダイス上に筒状のスペーサを設置し、このスペーサ上に前記退避したダイスを金属ビレットごと載せる絞り準備工程と、前記穿孔ポンチにより金属ビレットを押し込み、前記ダイスにより金属ビレットの絞り加工を行う絞り工程と、つぎの加圧台とダイスとを用い、金属ビレットの変形に合わせた長さのスペーサを用いて上記同様の工程を繰り返す繰り返し工程とを含むようにした。このため、加圧力を小さく抑えることができるから、製造しやすくなる。

## 20 産業上の利用可能性

以上のように、本発明に係る放射性物質格納容器、並びに放射性物質格納容器の製造装置および製造方法は、使用済み核燃料集合体や放射線に汚染された物質を収容して搬送、貯蔵するキャスクのような厚肉容器に有用であり、製造に手間を要しない容器を提供すること、円筒端部や容器表面に生ずる欠陥を抑制することに適している。

## 請 求 の 範 囲

1. 金属ビレットを成型用コンテナ内において熱間拡張することで底部と胴部とを一体成形した厚肉の底付容器を有することを特徴とする放射性物質格納容器。  
5
2. 金属ビレットを成型用コンテナ内において熱間拡張して胴部を加工したときに前記胴部の一端側に穿孔未完部を残してこれを底部とし、当該底部を前記胴部と一体成形した厚肉の底付容器を有することを特徴とする放射性物質格納容器。
- 10 3. 上記金属ビレットの軸方向に垂直な断面形状が多角形であるとともに、上記成形用コンテナの軸方向に垂直な断面内形状が円状であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の放射性物質格納容器。
- 15 4. 上記金属ビレットの軸方向に垂直な断面形状が多角形であるとともに、上記成形用コンテナの軸方向に垂直な断面内形状が多角形であることを特徴とする請求の範囲第 1 項または第 2 項に記載の放射性物質格納容器。
- 20 5. 成形用コンテナ内において熱間拡張成形によって底部と胴部とを一体とした、使用済み核燃料集合体のバスケットを収納する底付容器を有することを特徴とする放射性物質格納容器。
6. 上記穿孔ポンチの断面が使用済み核燃料集合体のバスケットの断面に近似する寸法形状であることを特徴とする請求の範囲第 1 項～第 5 項のいずれか一つに記載の放射性物質格納容器。  
25
7. 成形用コンテナ内において熱間拡張成形によって底部と胴部とを一体に成形した底付容器内に放射性物質を収納した場合に、前記胴部側面略中央部の外壁

表面における $\gamma$ 線の線量当量率が $200\mu\text{Sv/h}$ 以下である底付容器を有することを特徴とする放射性物質格納容器。

8. 前記底付容器は外径が、 $1000\text{mm}$ 以上 $3000\text{mm}$ 以下であり、肉厚  
5 が $150\text{mm}$ 以上 $300\text{mm}$ 以下であることを特徴とする請求の範囲第1項～第3項のいずれか一つに記載の放射性物質格納容器。

9. 少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成した金属ビレットを成形用コンテナに装入し、穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込み当該金属ビレットを熱間拡張成形し底部と胴部とを一体に成形した底付容器を有することを特徴とする放射性物質格納容器。  
10

10. 底部および胴部が熱間プレス加圧により一体成形され、使用済み燃料などの放射性物質から発生した $\gamma$ 線を遮蔽する底付容器と、この底付容器の周囲に配置され、放射性物質から発生した中性子を遮蔽する中性子遮蔽材と、底付容器の開口を塞ぐ蓋とを備えたことを特徴とする放射性物質格納容器。  
15

11. 底部を有する胴部内に使用済み燃料などの放射性物質を収容してこの放射性物質で発生した $\gamma$ 線を遮蔽する底付容器と、この底付容器の周囲に配置され、放射性物質で発生した中性子を遮蔽する中性子遮蔽材とを有し、  
20

金属ビレットを加熱して据え込み絞り成形することで前記底部と胴部とを一体に成形したことを特徴とする放射性物質格納容器。

12. さらに、前記底付容器の成形時において、底部にざぐり部を一体成形したことを特徴とする請求の範囲第1項～第11項のいずれか一つに記載の放射性物質格納容器。  
25



1 3. さらに、前記底付容器の胴部にフランジを一体として設けたことを特徴とする請求の範囲第1項～第12項のいずれか一つに記載の放射性物質格納容器。

1 4. さらに、前記底付容器は、軸方向に垂直な外側断面または内側断面のうち少なくとも一方を多角形としたことを特徴とする請求の範囲第1項～第13項のいずれか一つに記載の放射性物質格納容器。

1 5. 少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成したことを特徴とする熱間拡張成形用金属ビレット。

10

1 6. プレス方向の前方側における側面またはプレス方向の後方側における側面のうち少なくとも一方に、少なくとも一つの平面を備えたことを特徴とする熱間拡張成形用金属ビレット。

1 7. さらに、前記金属ビレットのプレス方向の前方側に、プレス方向に向かって細くなるテーパを設けたことを特徴とする請求の範囲第15項または第16項に記載の熱間拡張成形用金属ビレット。

1 8. さらに、前記金属ビレットのプレス方向の前方側が、プレス方向に向かって段階的に細くなるように少なくとも一以上の段部を設けたことを特徴とする請求の範囲第15項または第16項に記載の熱間拡張成形用金属ビレット。

1 9. 側面に少なくとも一つの平面を備え、且つプレス方向の後方側における端部に成形用コンテナの入口端部と係合する張出部を備えたことを特徴とする熱間拡張成形用金属ビレット。

25

2 0. 少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角

形に形成し、且つプレス方向の後方側に成形用コンテナの入口端部と係合する張出部を備えたことを特徴とする熱間拡張成形用金属ビレット。

2 1. 少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成し、且つプレス方向の前方側がプレス方向に向かって段階的に細くなるように少なくとも一以上の段部を設け、さらにプレス方向の後方側に成形用コンテナの入口端部と係合する張出部を備えたことを特徴とする熱間拡張成形用金属ビレット。

2 2. プレス方向の前方側における側面またはプレス方向の後方側における側面のうち少なくとも一方に少なくとも一つの平面を備え、且つプレス方向の前方側がプレス方向に向かって段階的に細くなるように少なくとも一以上の段部を設け、さらにプレス方向の後方側に成形用コンテナの入口端部と係合する張出部を備えたことを特徴とする熱間拡張成形用金属ビレット。

2 3. 金属ビレットを成型用コンテナ内において熱間拡張することで底部と胴部とを一体成形して厚肉の底付容器としたことを特徴とする容器。

2 4. 金属ビレットを成型用コンテナ内において熱間拡張して胴部を加工したときに前記胴部の一端側に穿孔未完部を残してこれを底部とすることで、厚肉の一体底付容器としたことを特徴とする容器。

2 5. 上記金属ビレットの軸方向に垂直な断面形状が多角形であるとともに、上記成形用コンテナの軸方向に垂直な断面内形状が円状であることを特徴とする請求の範囲第 2 3 項または第 2 4 項に記載の容器。

2 6. 上記金属ビレットの軸方向に垂直な断面形状が多角形であるとともに、

上記成形用コンテナの軸方向に垂直な断面内形状が多角形であることを特徴とする請求の範囲第23項または第24項に記載の放射性物質格納容器。

27. 前記底付容器は外径が、200mm以上4000mm以下であり、肉厚  
5 が20mm以上400mm以下であることを特徴とした請求の範囲第23項～第26項のいずれか一つに記載の容器。

28. 少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角  
形に形成した金属ビレットを成形用コンテナに装入し、穿孔ポンチを前記金属ビ  
10 レットに押し込み当該金属ビレットを熱間拡張成形し底部と胴部とを一体に成形  
した底付容器としたことを特徴とする容器。

29. さらに、前記底付容器は、軸方向に垂直な外側断面または内側断面のう  
ち少なくとも一方を多角形としたことを特徴とする請求の範囲第23項～第28  
15 項のいずれか一つに記載の容器。

30. 少なくともコンテナ胴部とコンテナ底部とを備え、前記コンテナ胴部と  
前記コンテナ底部とは前記コンテナ胴部の軸方向に対して相対的に移動できる成  
形用コンテナと、  
20 プレス加工機に取付けられ、前記成形用コンテナ内に装入された熱間拡張成形  
用金属ビレットを加圧する穿孔ポンチと、  
を備えたことを特徴とする底付容器の製造装置。

31. 少なくとも軸方向に分割されているコンテナ胴部とコンテナ底部とを備  
25 え、前記コンテナ胴部と前記コンテナ底部とは前記コンテナ胴部の軸方向に対し  
て相対的に移動できる成形用コンテナと、

プレス加工機に取付けられ、前記成形用コンテナ内に装入された熱間拡張成形

用金属ビレットを加圧する穿孔ポンチと、  
を備えたことを特徴とする底付容器の製造装置。

- 3 2. 底部と胴部とを熱間拡張により一体成形した筒状の底付容器を周回転せ  
しめ、工具を当てがいその外側を切削する工程と、  
前記底付容器の内部を、使用済み核燃料集合体を収納するバスケットの外周形  
状の少なくとも一部に合わせた形状に切削する工程と、  
を備えたことを特徴とする放射性物質格納容器の製造方法。

- 3 3. 底部と胴部とを一体として底付容器を熱間拡張成形する工程と、  
前記底付容器の内部を、使用済み核燃料集合体を収納するバスケットの外周形  
状の少なくとも一部に合わせた形状に切削する工程と、  
を備えたことを特徴とする放射性物質格納容器の製造方法。

- 3 4. 側面に少なくとも一つの平面を備えた金属ビレットを、内壁との間で隙  
間を持たせて成形用コンテナに装入する工程と、  
穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込むことでその平面を内壁側に曲げて金  
属ビレットを熱間拡張成形する工程と、  
を備えたことを特徴とする容器の製造方法。

- 3 5. 側面に少なくとも一つの平面を備え、且つプレス方向の後方側における  
端部に成形用コンテナの入口端部と係合する張出部を備えた金属ビレットを、内  
壁との間で隙間を持たせて当該成形用コンテナに装入する工程と、  
穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込むことでその平面を内壁側に曲げて金  
属ビレットを熱間拡張成形する工程と、  
を備えたことを特徴とする容器の製造方法。

36. 少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成した金属ビレットを成形用コンテナに装入する工程と、

穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込み当該金属ビレットを熱間拡張成形する工程と、

5      を備えたことを特徴とする容器の製造方法。

37. プレス方向の前方側における側面またはプレス方向の後方側における側面のうち少なくとも一方に、少なくとも一つの平面を備えた金属ビレットを成形用コンテナに装入し、穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込み当該金属ビレ

10     ットを熱間拡張成形することを特徴とする容器の製造方法。

38. プレス方向の前方側はコンテナの内径よりも小さい外径または対角線長さの外径をもつ断面形状の部材もしくはコンテナの内径と同等の対角線長さの外径をもつ断面形状の部材で、また後方側はコンテナの内径と同等な外径または対角線長さをもつ断面形状の部材からなる異径断面形状の継目無金属ビレットを、

15     プレス加工温度に加熱した後プレス成形用コンテナに装入し、しかる後ポンチで該継目無金属ビレットの加工物中心を穿孔しながらプレス加工する事を特徴とする端面形状に優れた厚物金属製円筒物または円筒容器の熱間プレス成形法。

20     39. 金属ビレットを成形用コンテナに装入し、プレス加圧機によって作動する穿孔ポンチによって当該金属ビレットを熱間拡張成形するにあたって、

プレス方向の前方側はコンテナの内径以下の対角線長さをもつ外径の断面形状であり、また後方側はコンテナの内径と略同等な外径もつ断面形状である金属ビレットを、プレス加工温度に加熱した後プレス成形用コンテナに装入する工程と、

25     前記穿孔ポンチで該金属ビレットの加工物中心を穿孔しながらプレス加工する工程と、

を備えたことを特徴とする筒物または容器の製造方法。

40. 金属ビレットを成形用コンテナに装入し、プレス加圧機によって作動する穿孔ポンチによって当該金属ビレットを熱間拡張成形するにあたって、

プレス方向の前方側はコンテナの内径よりも小さい対角線長さの外径をもつ断面形状であり、また後方側はコンテナの内径と略同等な対角線長さをもつ断面形状である金属ビレットを、プレス加工温度に加熱した後プレス成形用コンテナに装入する工程と、

ポンチで該金属ビレットの加工物中心を穿孔しながらプレス加工する工程と、  
を備えたことを特徴とする筒物または容器の製造方法。

10

41. 金属ビレットを成形用コンテナに装入し、プレス加圧機によって作動する穿孔ポンチによって当該金属ビレットを熱間拡張成形するにあたって、

プレス方向の前方側はコンテナの内径よりも小さい外径をもつ断面形状であり、また後方側はコンテナの内径と略同等な外径をもつ断面形状である金属ビレットを、プレス加工温度に加熱した後プレス成形用コンテナに装入する工程と、

15      ポンチで該金属ビレットの加工物中心を穿孔しながらプレス加工する工程と、  
を備えたことを特徴とする筒物または容器の製造方法。

42. 側面に少なくとも一つの平面を備えた金属ビレットを、内壁との間で隙間を持たせて成形用コンテナに装入する工程と、

20      前記金属ビレットを押し込むことにより当該金属ビレットのプレス方向の後方側を前記成形用コンテナの入口側端部に延出させる工程と、

穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込むことでその平面を内壁側に曲げて金属ビレットを熱間拡張成形する工程と、

25      を備えたことを特徴とする容器の製造方法。

43. 側面に少なくとも一つの平面を備え、且つプレス方向の後方側における

端部に成形用コンテナの入口側端部と係合する張出部を備えた金属ビレットを、  
内壁との間で隙間を持たせて成形用コンテナに装入する工程と、

穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込むことでその平面を内壁側に曲げて金属ビレットを熱間拡張成形する工程と、

5      を備えたことを特徴とする容器の製造方法。

4 4.   少なくともプレス方向の前方側における軸方向に垂直な断面形状を多角形に形成した金属ビレットを成形用コンテナに装入する工程と、

前記金属ビレットを押し込むことにより当該金属ビレットのプレス方向の後方側を前記成形用コンテナの入口側端部に延出させる工程と、

10      穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込み当該金属ビレットを熱間拡張成形する工程と、

を備えたことを特徴とする容器の製造方法。

15   4 5.   プレス方向の前方側における側面またはプレス方向の後方側における側面のうち少なくとも一方に、少なくとも一つの平面を備えた金属ビレットを成形用コンテナに装入する工程と、

前記金属ビレットを押し込むことにより当該金属ビレットのプレス方向の後方側を前記成形用コンテナの入口側端部に延出させる工程と、

20      穿孔ポンチを前記金属ビレットに押し込み当該金属ビレットを熱間拡張成形する工程と、

を備えたことを特徴とする容器の製造方法。

4 6.   プレス方向の前方側はコンテナの内径よりも小さい外径または対角線長さの外径をもつ断面形状の部材もしくはコンテナの内径と同等の対角線長さの外径をもつ断面形状の部材で、また後方側はコンテナの内径と同等な外径または対角線長さをもつ断面形状の部材からなる異径断面形状の継目無金属ビレットを、

25

プレス加工温度に加熱した後プレス成形用コンテナに装入し、前記金属ビレットを押し込むことにより当該金属ビレットのプレス方向の後方側を前記成形用コンテナの入口側端部に延出させ、しかる後ポンチで該継目無金属ビレットの加工物中心を穿孔しながらプレス加工する事を特徴とする端面形状に優れた厚物金属製円筒物または円筒容器の熱間プレス成形法。

47. 金属ビレットを成形用コンテナに装入し、プレス加圧機によって作動する穿孔ポンチによって当該金属ビレットを熱間拡張成形するにあたって、  
プレス方向の前方側はコンテナの内径以下の対角線長さをもつ外径の断面形状であり、また後方側はコンテナの内径と略同等な外径もつ断面形状である金属ビレットを、プレス加工温度に加熱した後プレス成形用コンテナに装入する工程と、  
前記金属ビレットを押し込むことにより当該金属ビレットのプレス方向の後方側を前記成形用コンテナの入口側端部に延出させる工程と、  
前記穿孔ポンチで該金属ビレットの加工物中心を穿孔しながらプレス加工する工程と、  
を備えたことを特徴とする筒物または容器の製造方法。

48. 金属ビレットを成形用コンテナに装入し、プレス加圧機によって作動する穿孔ポンチによって当該金属ビレットを熱間拡張成形するにあたって、  
プレス方向の前方側はコンテナの内径よりも小さい対角線長さの外径をもつ断面形状であり、また後方側はコンテナの内径と略同等な対角線長さをもつ断面形状である金属ビレットを、プレス加工温度に加熱した後プレス成形用コンテナに装入する工程と、  
前記金属ビレットを押し込むことにより当該金属ビレットのプレス方向の後方側を前記成形用コンテナの入口側端部に延出させる工程と、  
ポンチで該金属ビレットの加工物中心を穿孔しながらプレス加工する工程と、  
を備えたことを特徴とする筒物または容器の製造方法。



49. 金属ビレットを成形用コンテナに装入し、プレス加圧機によって作動する穿孔ポンチによって当該金属ビレットを熱間拡張成形するにあたって、

プレス方向の前方側はコンテナの内径よりも小さい外径をもつ断面形状であり、  
5 また後方側はコンテナの内径と略同等な外径をもつ断面形状である金属ビレットを、プレス加工温度に加熱した後プレス成形用コンテナに装入する工程と、

前記金属ビレットを押し込むことにより当該金属ビレットのプレス方向の後方側を前記成形用コンテナの入口側端部に延出させる工程と、

ポンチで該金属ビレットの加工物中心を穿孔しながらプレス加工する工程と、  
10 を備えたことを特徴とする筒物または容器の製造方法。

50. 鍛造工程によって前記金属ビレットを成形し、当該金属ビレットの少なくともプレス方向の前方側を角断面に成形する工程を含むことを特徴とする請求の範囲第34項～第49項のいずれか一つに記載の容器の製造方法。

15

51. 前記鍛造工程には前記金属ビレットのプレス方向の前方側に、プレス方向に向かって細くなるテーパを設ける工程を含むことを特徴とする請求の範囲第50項に記載の容器の製造方法。

20 52. 前記鍛造工程には前記金属ビレットのプレス方向の前方側がプレス方向に向かって段階的に細くなるように、少なくとも一つの段部を設ける工程を含むことを特徴とする請求の範囲第50項に記載の容器の製造方法。

25 53. 金属ビレットと成形用コンテナの底との間に筒状の部材を設けて金属ビレットを成形用コンテナに装入する工程と、

穿孔ポンチを当該金属ビレットに押し込むことで当該金属ビレットを熱間拡張成形し、底部と胴部とを一体として底付容器を成形する工程と、

- 成形後における底付容器の底部から前記筒状の部材を取り外す工程と、  
前記筒状の部材によって前記底付容器の底部に形成された柱状の部分を取り除く工程と、  
を備えたことを特徴とする請求の範囲第34項～第52項のいずれか一つに記載の容器の製造方法。
- 5
54. 金属ビレットと成形用コンテナの底との間に柱状の部材を設けて金属ビレットを成形用コンテナに装入する工程と、  
穿孔ポンチを当該金属ビレットに押し込むことで当該金属ビレットを熱間拡張成形し、底部と胴部とを一体として底付容器を成形する工程と、  
成形後における底付容器の底部から前記柱状の部材を取り外す工程と、  
を備えたことを特徴とする請求の範囲第34項～第52項のいずれか一つに記載の容器の製造方法。
- 10
55. 前記成形用コンテナの胴部は、当該成形用コンテナの底部に対して相対的に移動可能であることを特徴とする請求の範囲第34項～第54項のいずれか一つに記載の容器の製造方法。
- 15
56. 前記成形用コンテナの胴部は軸方向に分割されていることを特徴とする請求の範囲第55項に記載の容器の製造方法。
- 20
57. 内端部に開口部分を形成したリング状のダイス内に加圧台を設置し、ダイスと加圧台からなる型内に金属ビレットを入れて穿孔ポンチにより金属ビレットを加圧する据え込み工程と、  
筒状のスペーサによりダイスを支持して、前記穿孔ポンチによって前記金属ビレットを押し込む金属ビレットの絞り工程と、  
を含むことを特徴とする容器の製造方法。
- 25

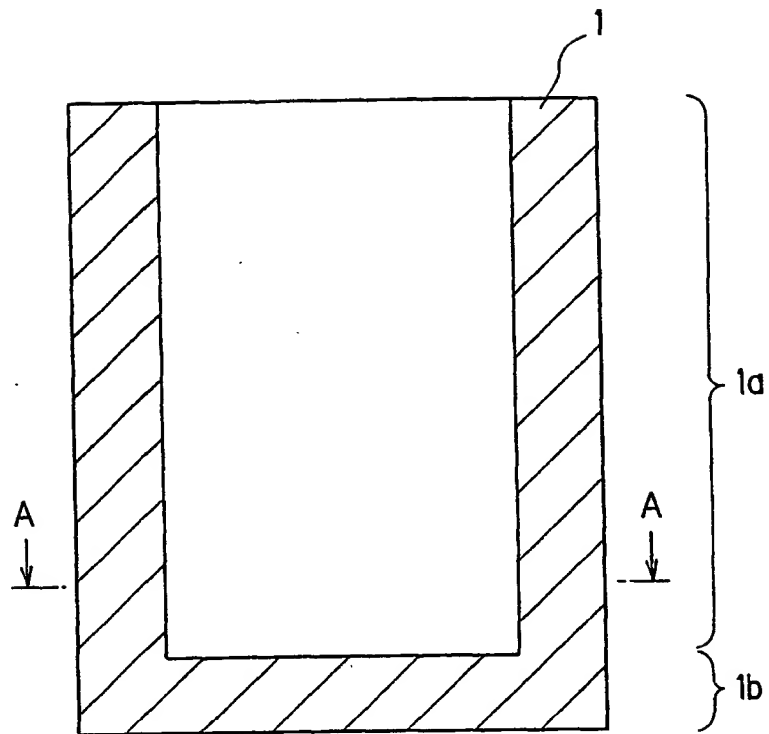
- 5 8. 内端部に開口部分を形成したリング状のダイスを複数積み重ねるとともにこのダイス内に複数の加圧台を積み重ね、ダイスと加圧台からなる型内に金属ビレットを入れる据え込み準備工程と、
- 5 プレス加工機により作動する穿孔ポンチを用いて型の上方から金属ビレットを加圧する据え込み工程と、
- 穿孔ポンチおよび上部のダイスを金属ビレットごと退避させる退避工程と、
- 前記使用した加圧台を取り除くとともにつぎのダイス上に筒状のスペーサを設置し、このスペーサ上に前記退避したダイスを金属ビレットごと載せる絞り準備
- 10 工程と、
- 前記穿孔ポンチにより金属ビレットを押し込み、前記ダイスにより金属ビレットの絞り加工を行う絞り工程と、
- つぎの加圧台とダイスとを用い、金属ビレットの変形に合わせた長さのスペーサを用いて上記同様の工程を繰り返す繰り返し工程と、
- 15 を含むことを特徴とする容器の製造方法。



1/31

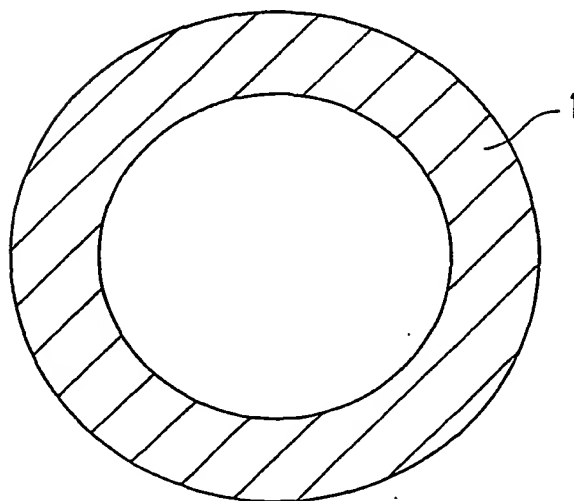
# 第 1 図

(a)



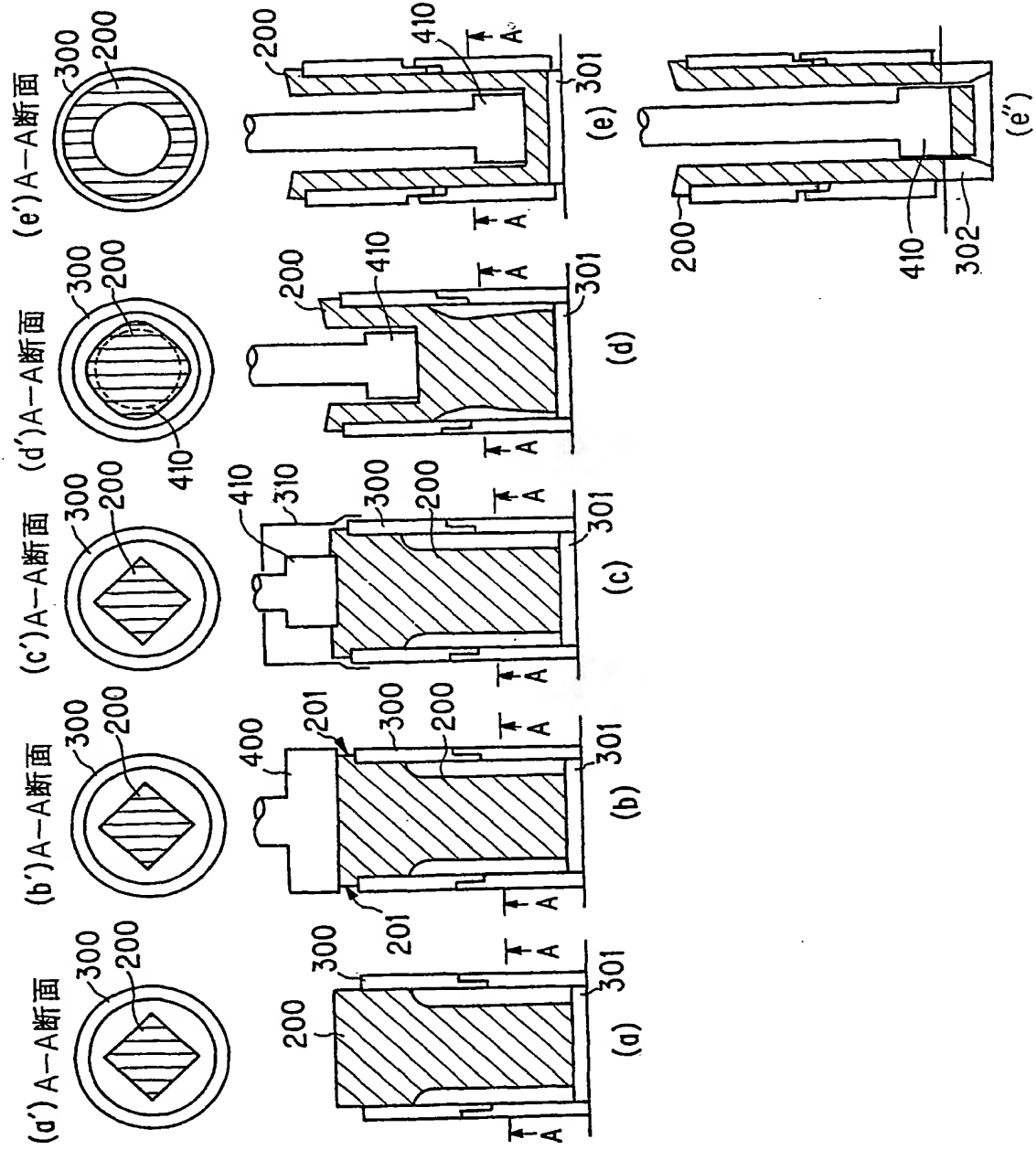
(b)

A-A 矢视图





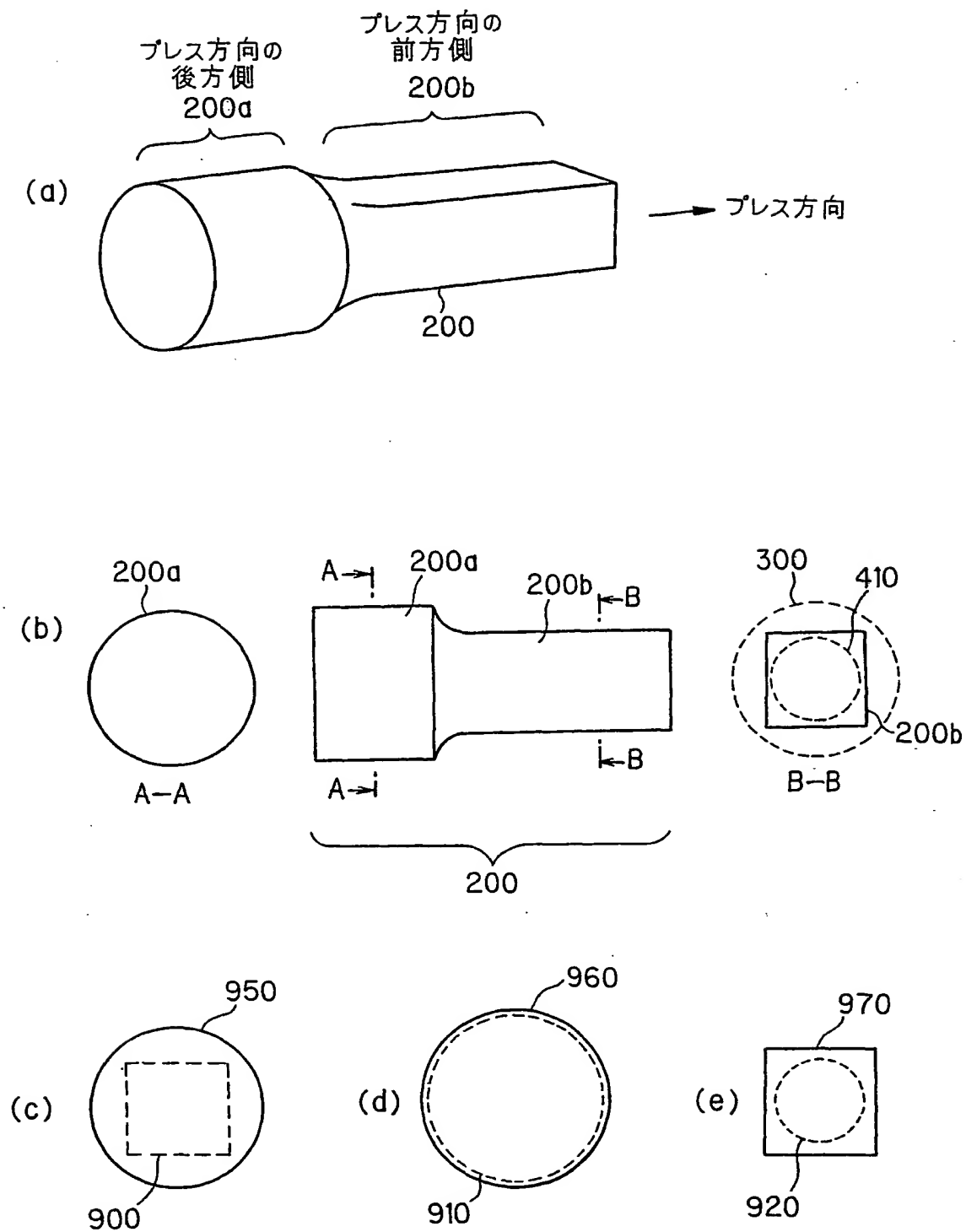
# 第2図







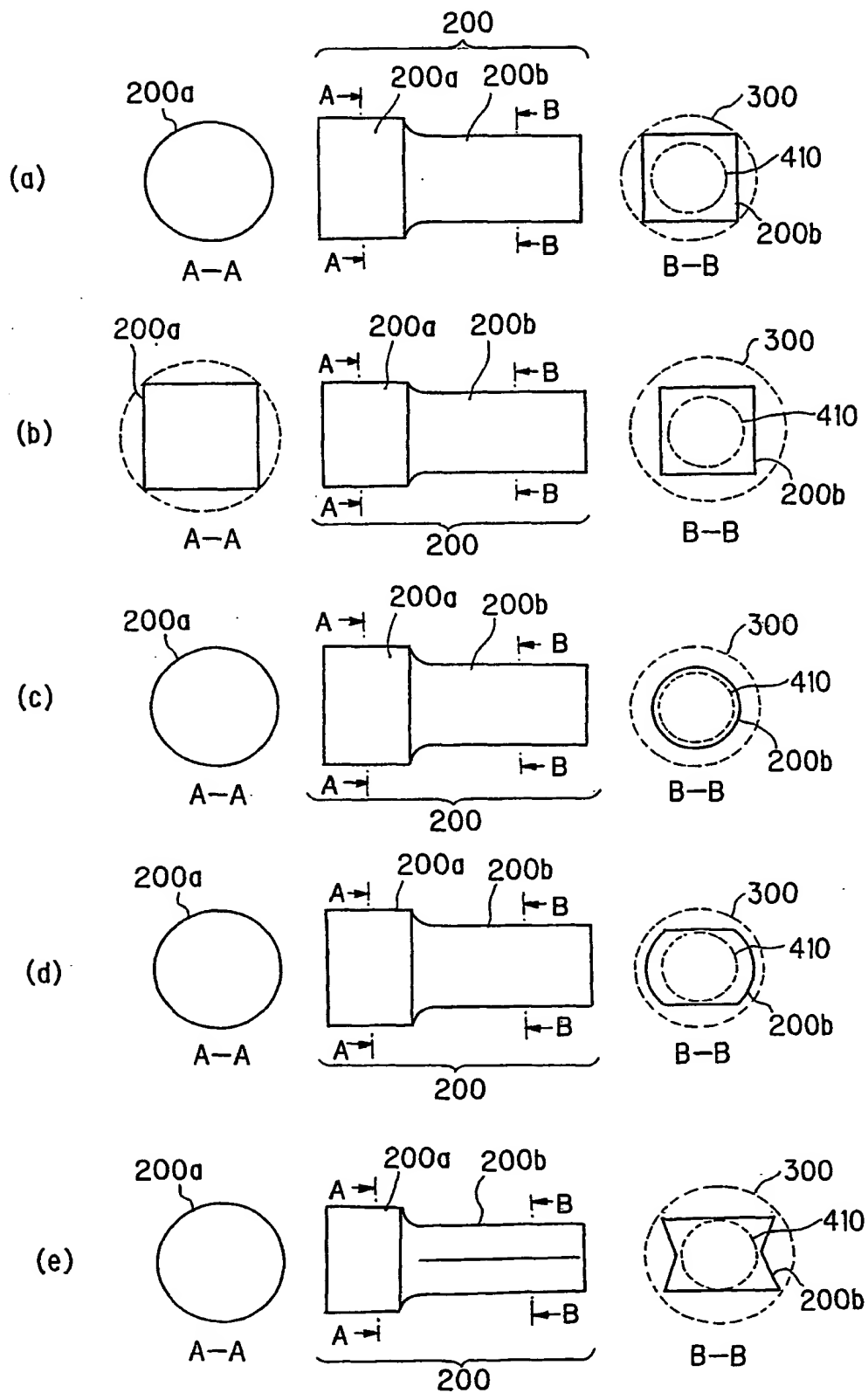
## 第3図





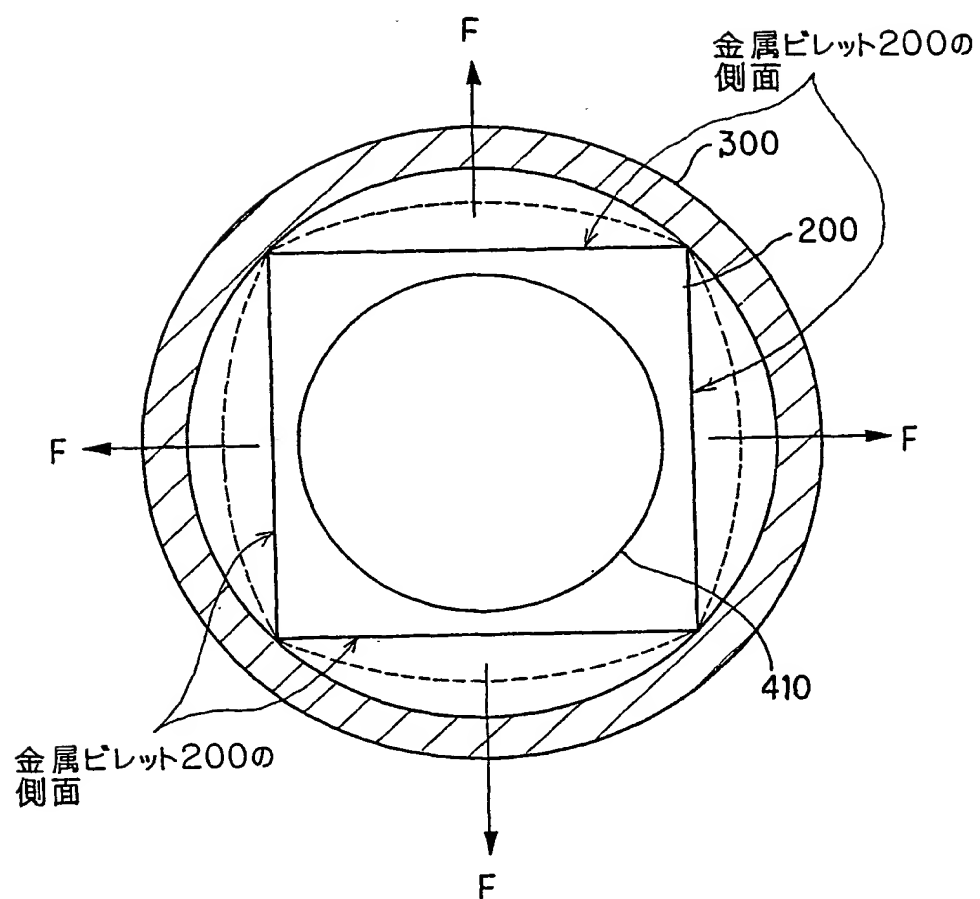
4/31

## 第4図



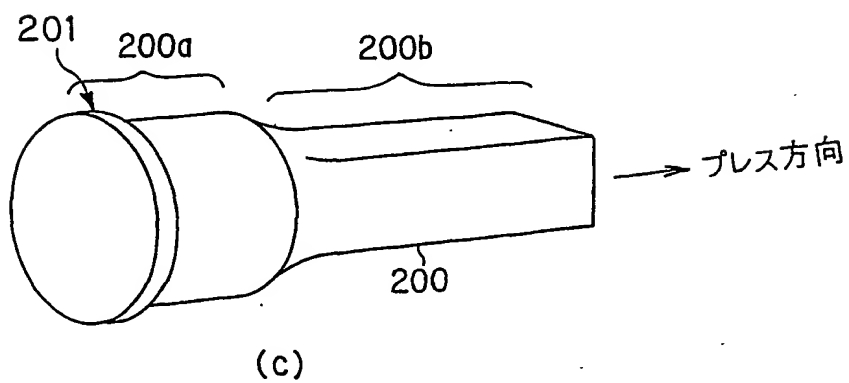
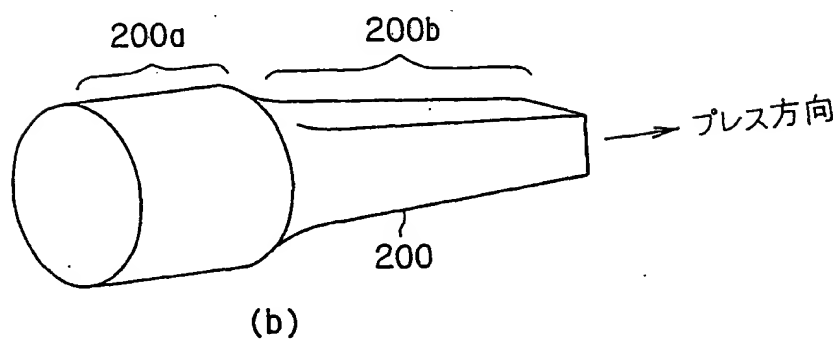
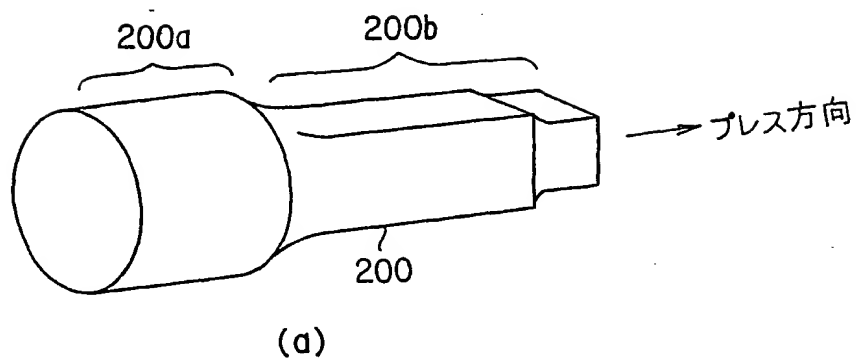


## 第5図





## 第 6 図

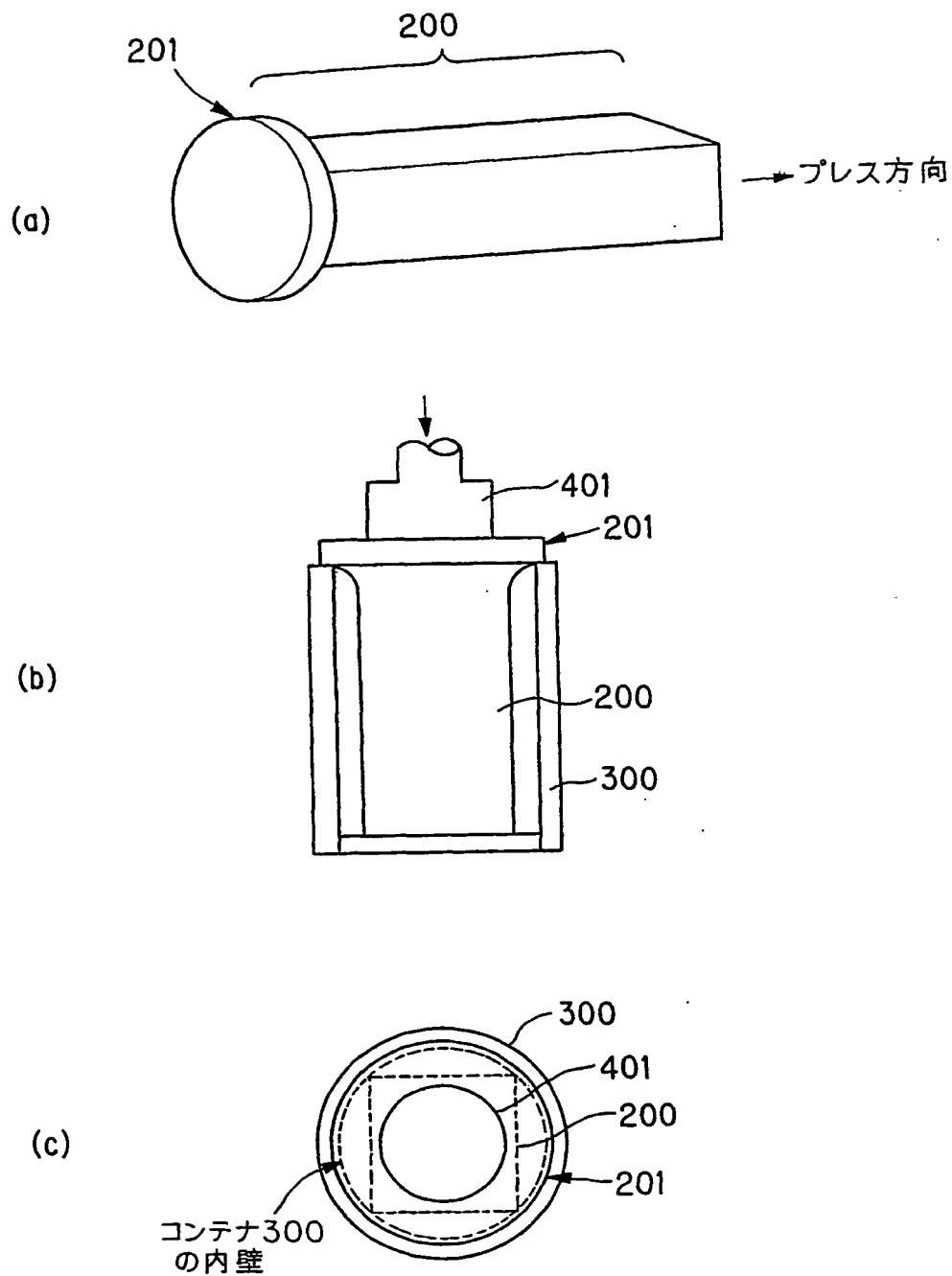






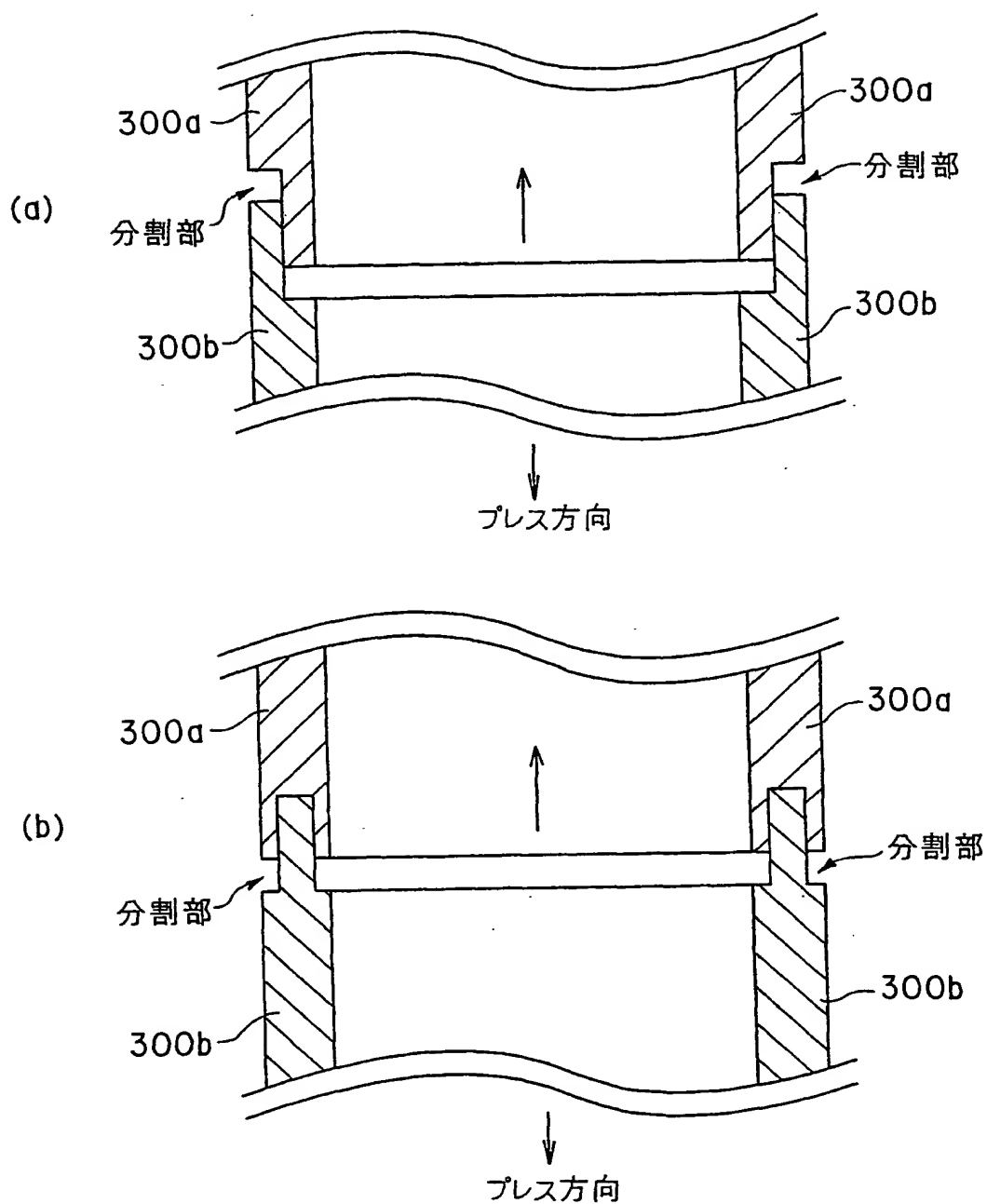
7/31

## 第7図



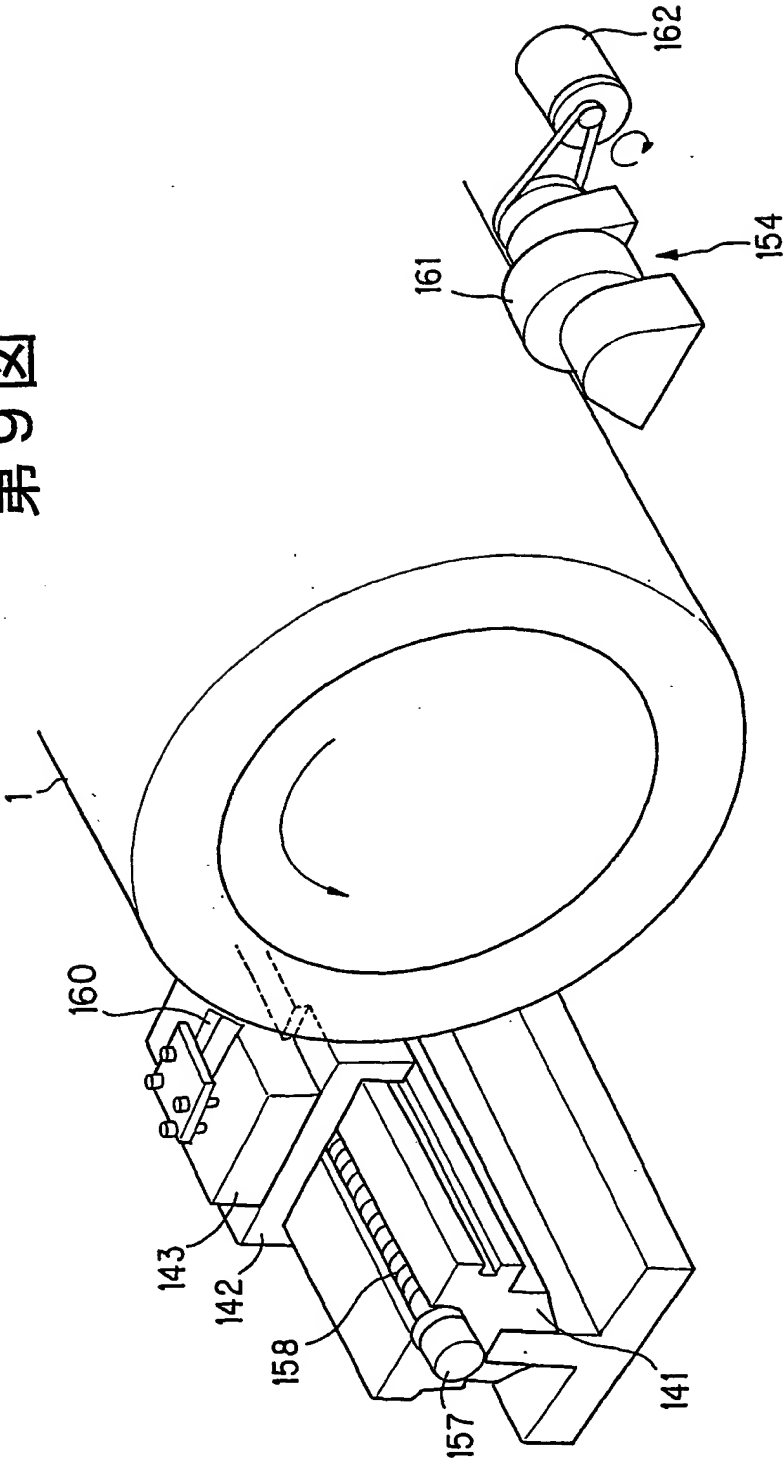


# 第 8 図





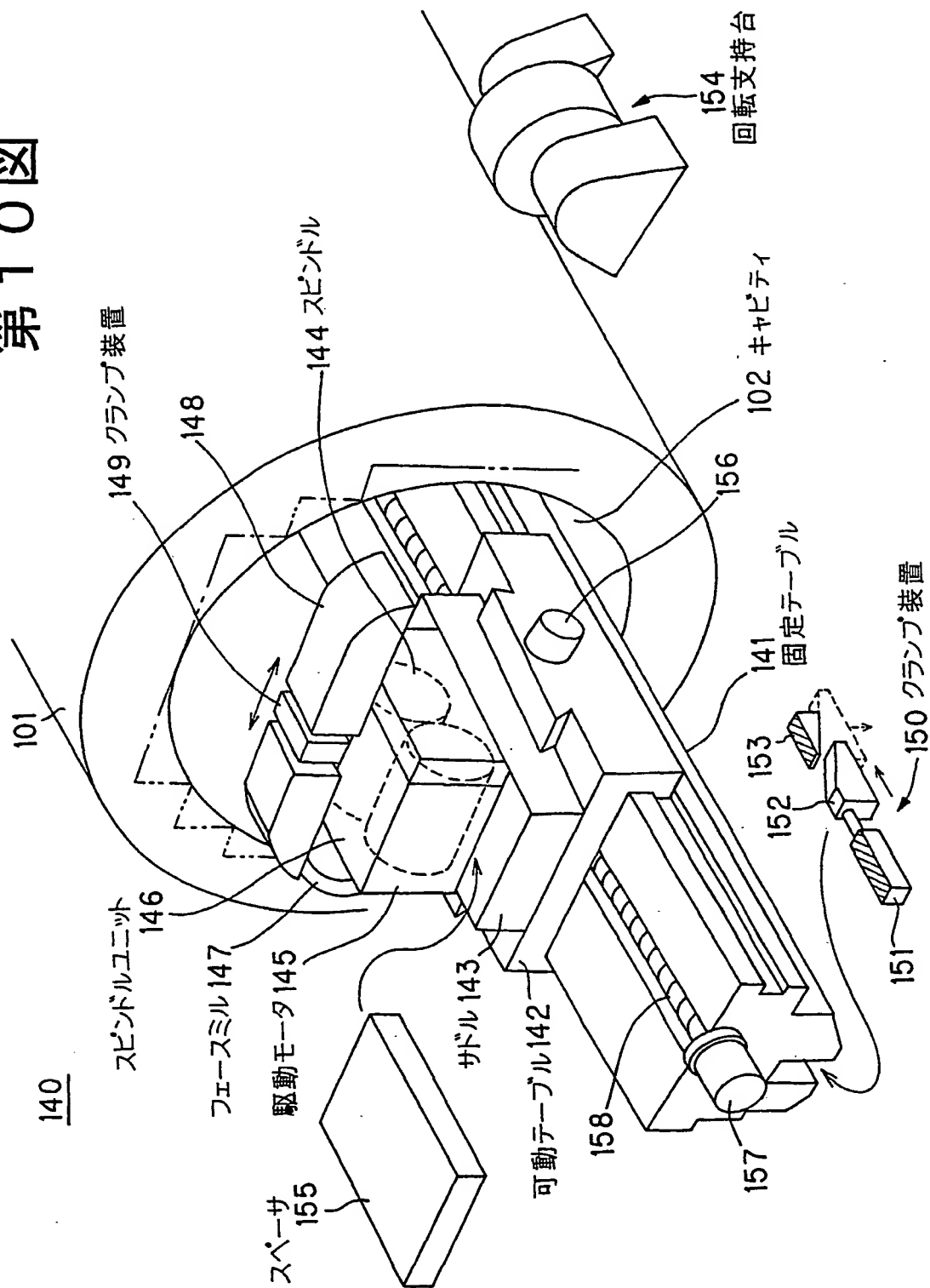
第9図





10/31

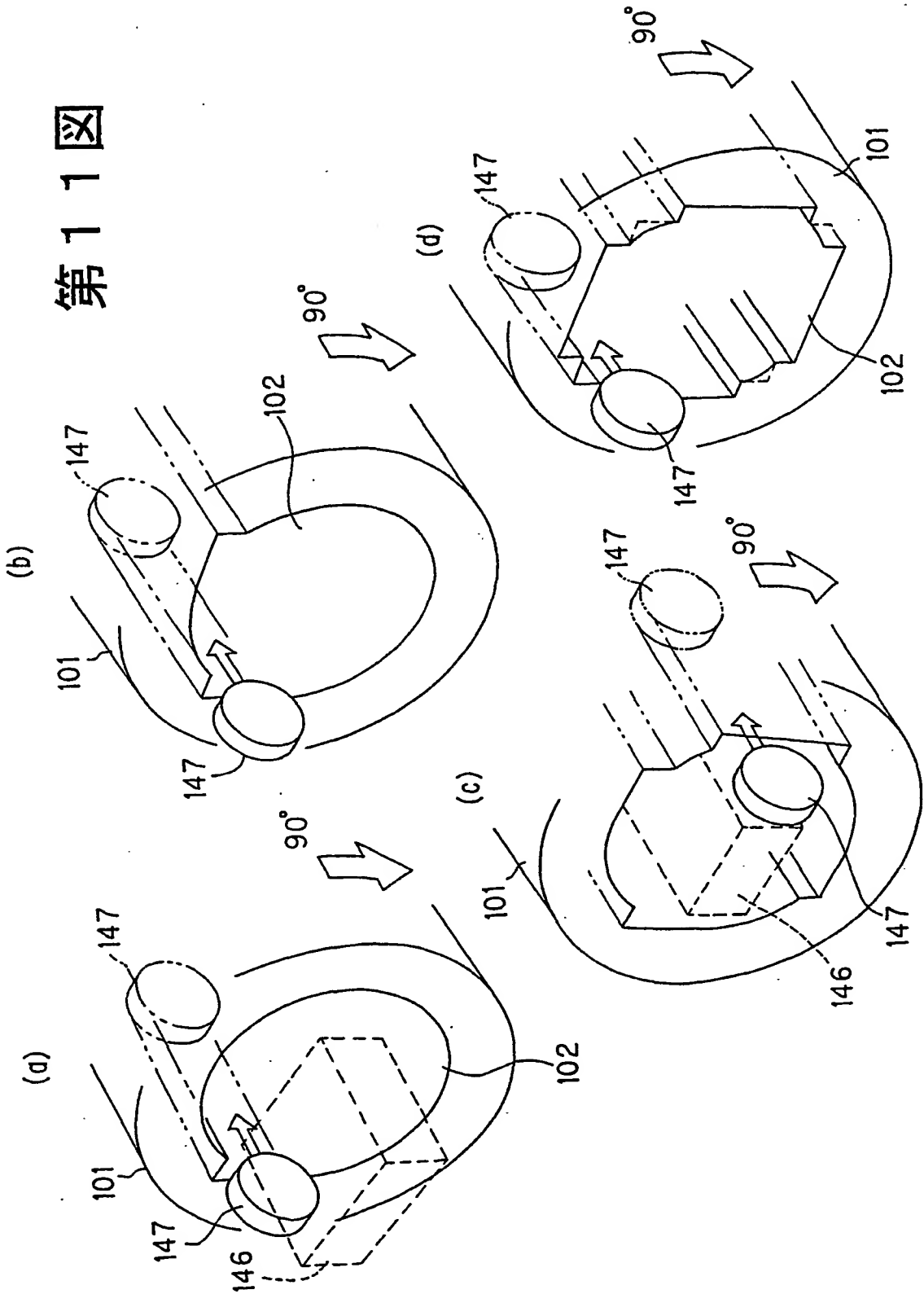
図 10  
1  
鋸





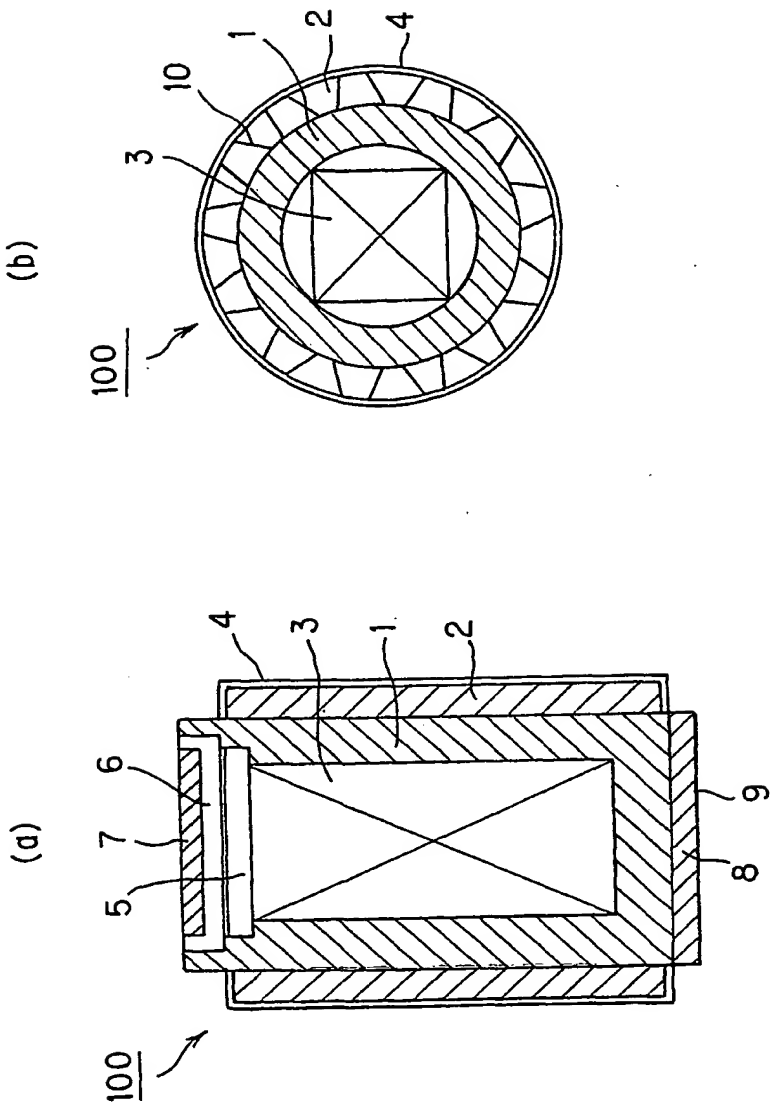


第11図





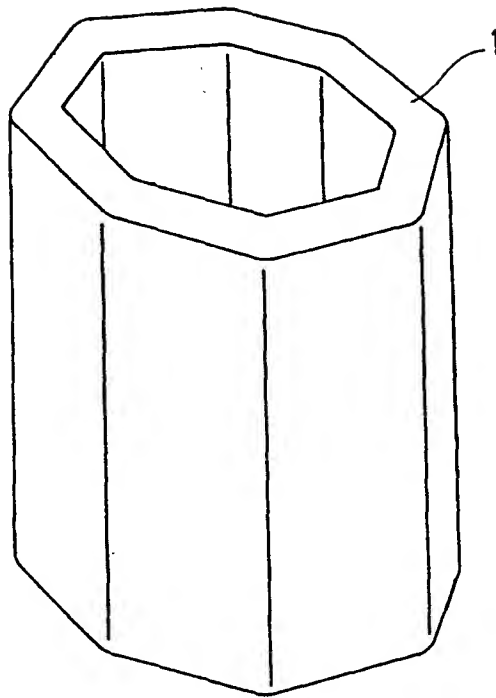
第12図





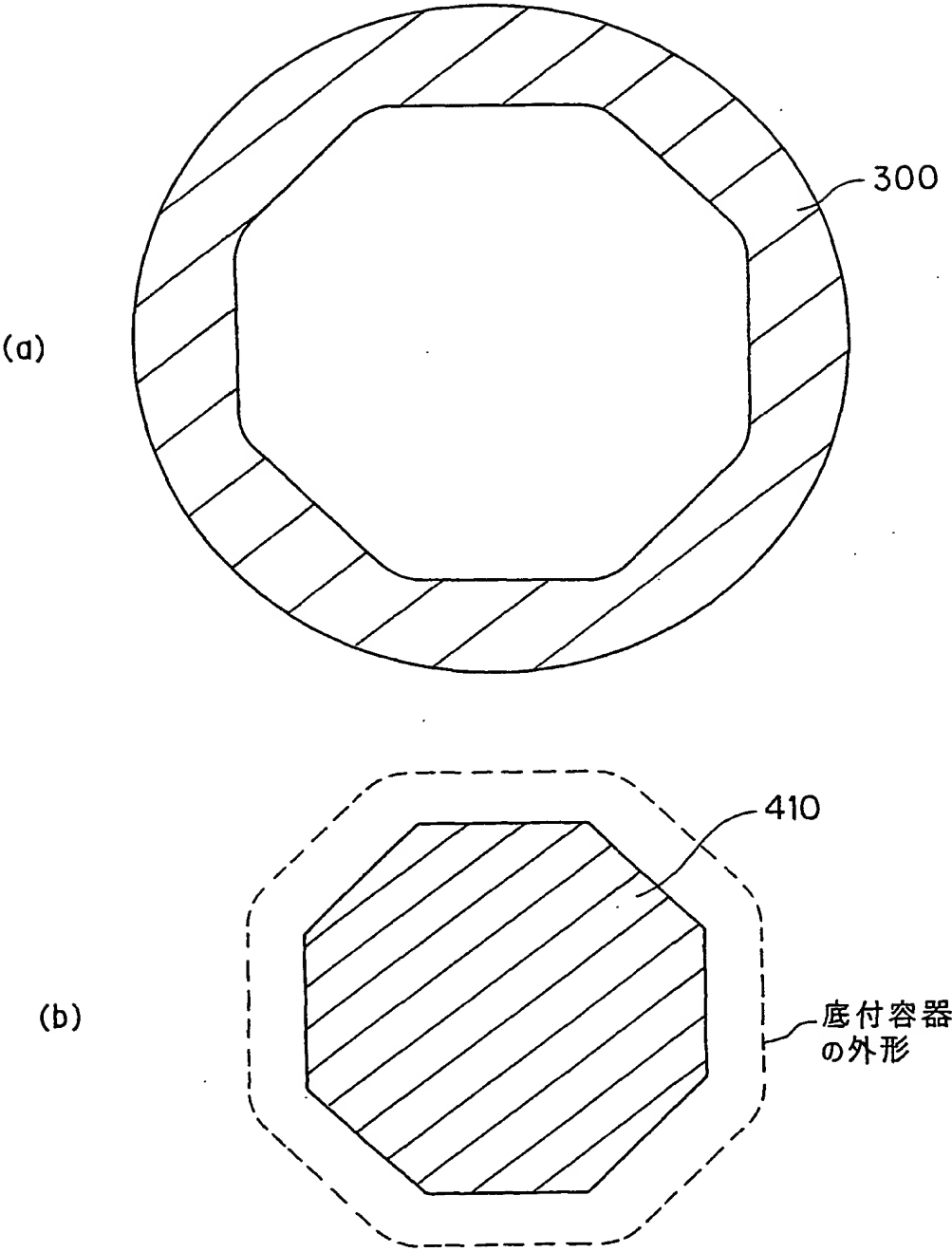
13/31

# 第 1 3 図





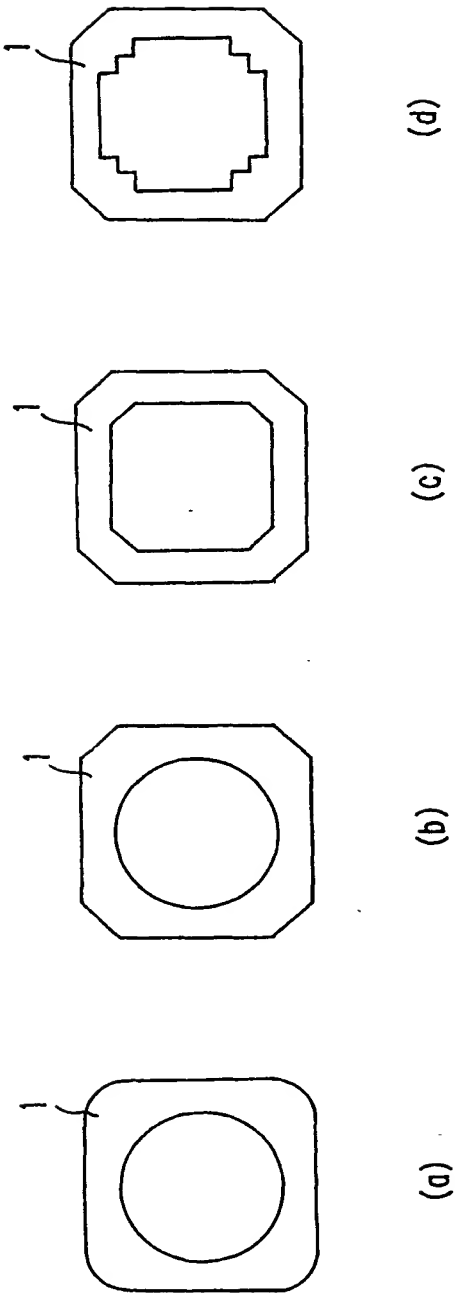
第 1 4 図





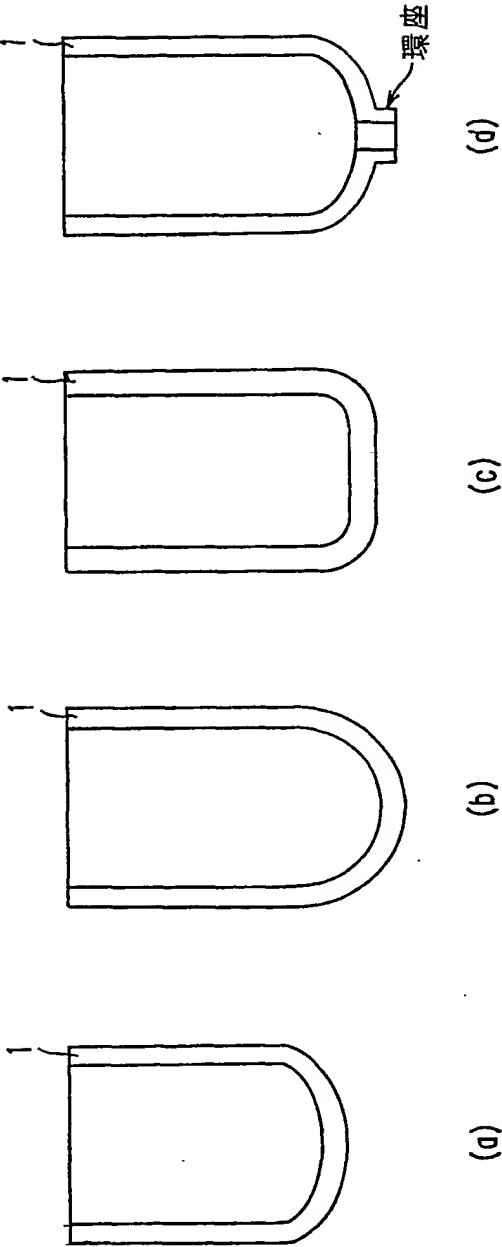


第15図





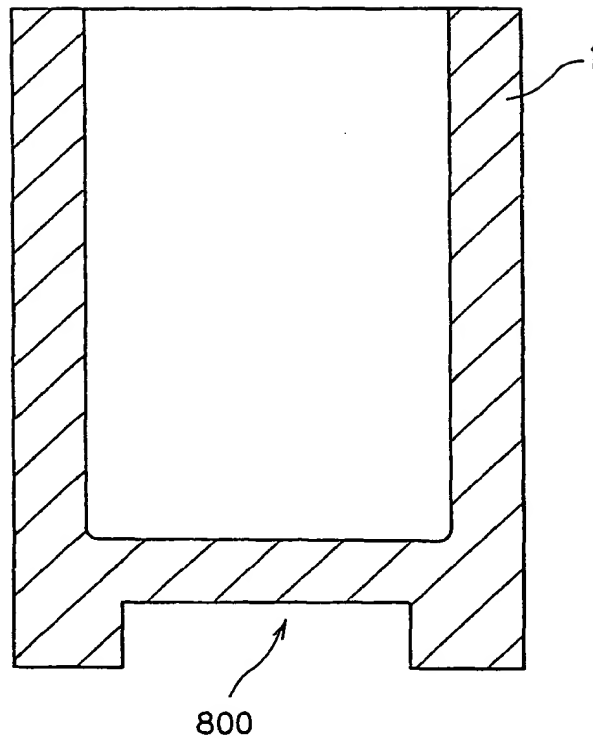
第16図





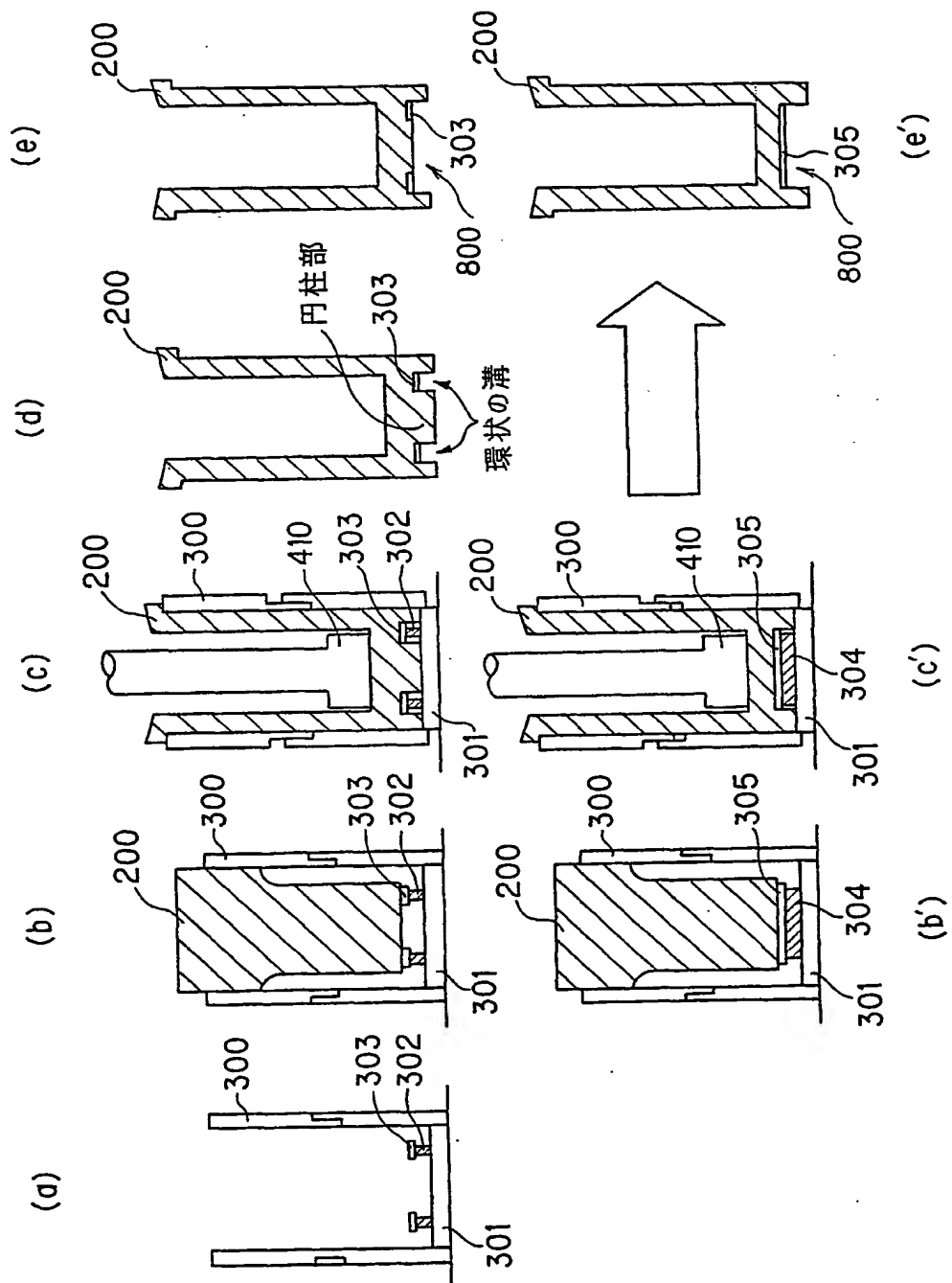
17/31

# 第 1 7 図





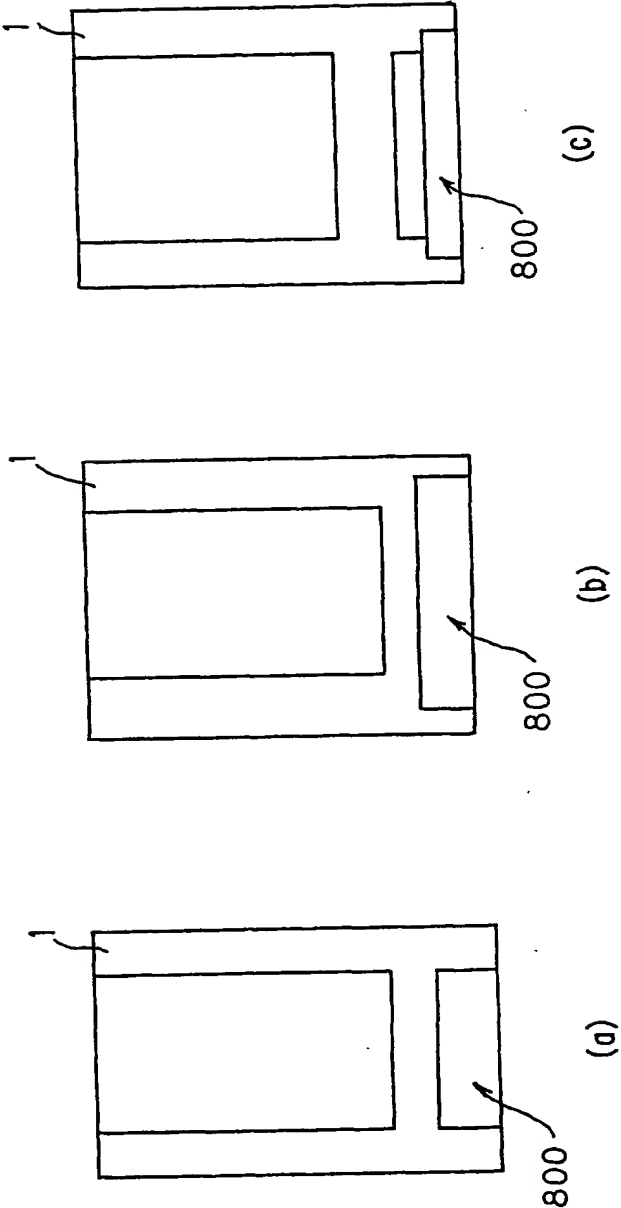
# 第18図







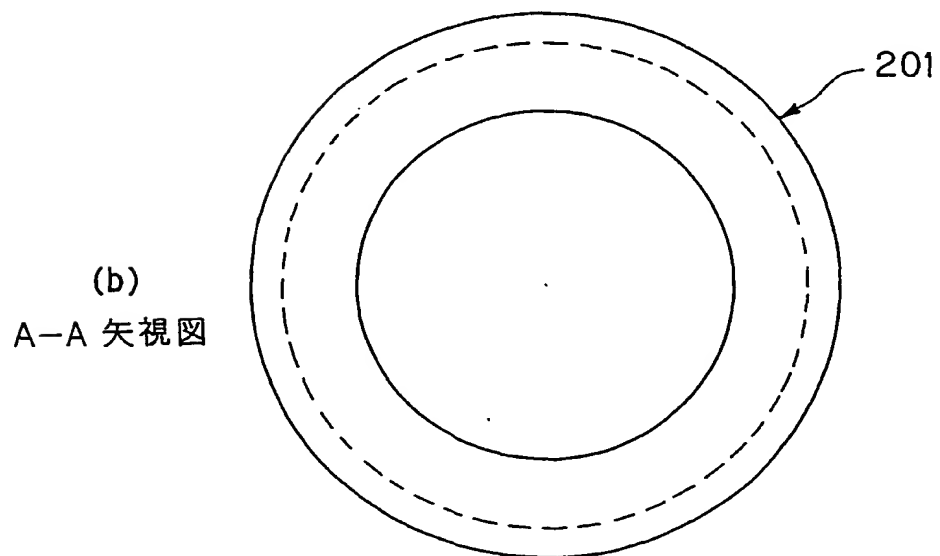
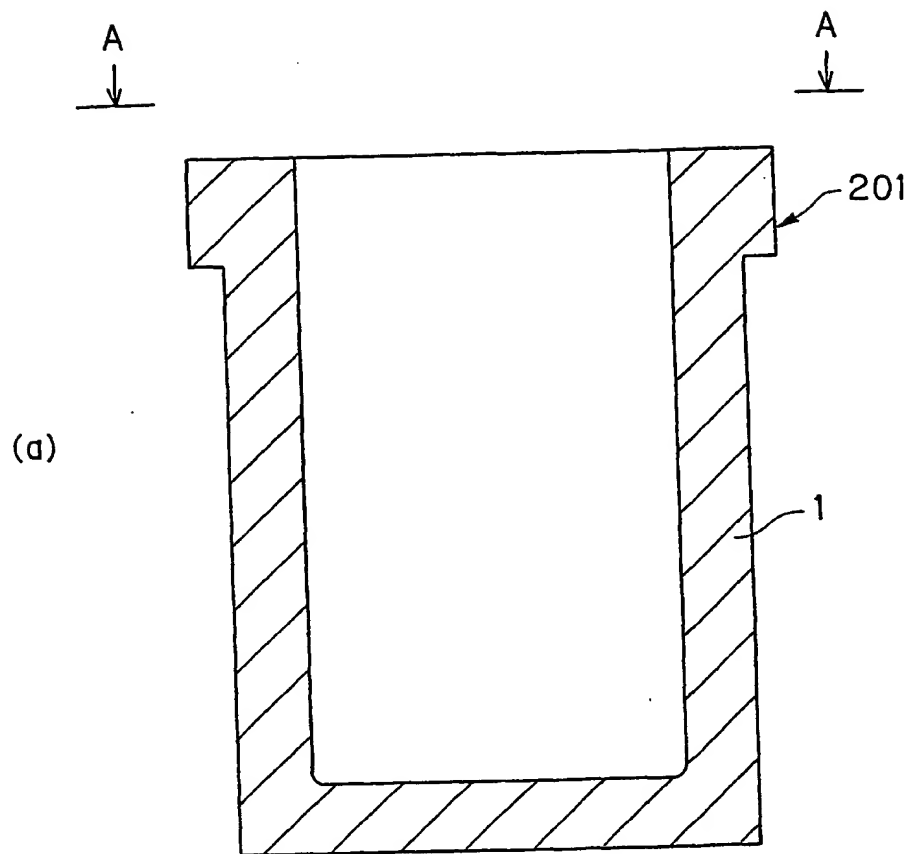
第19図





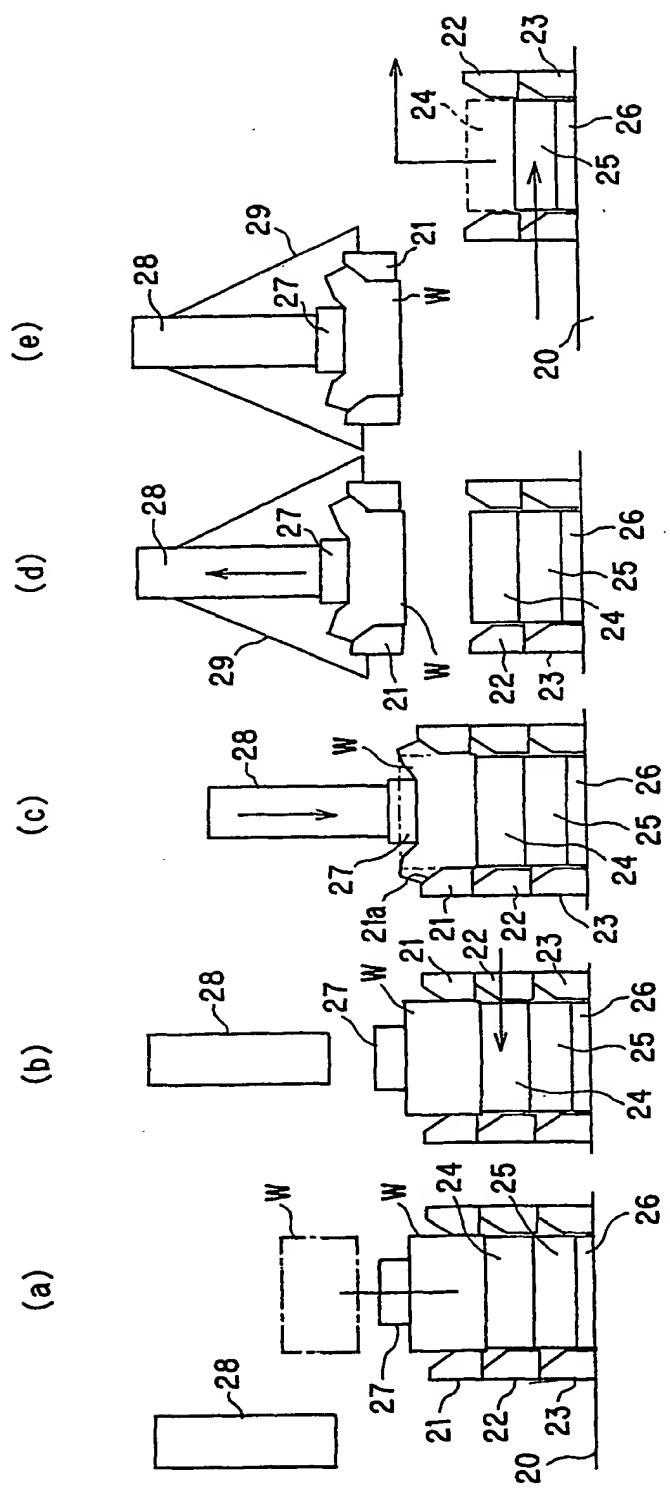
20/31

# 第 2 0 図



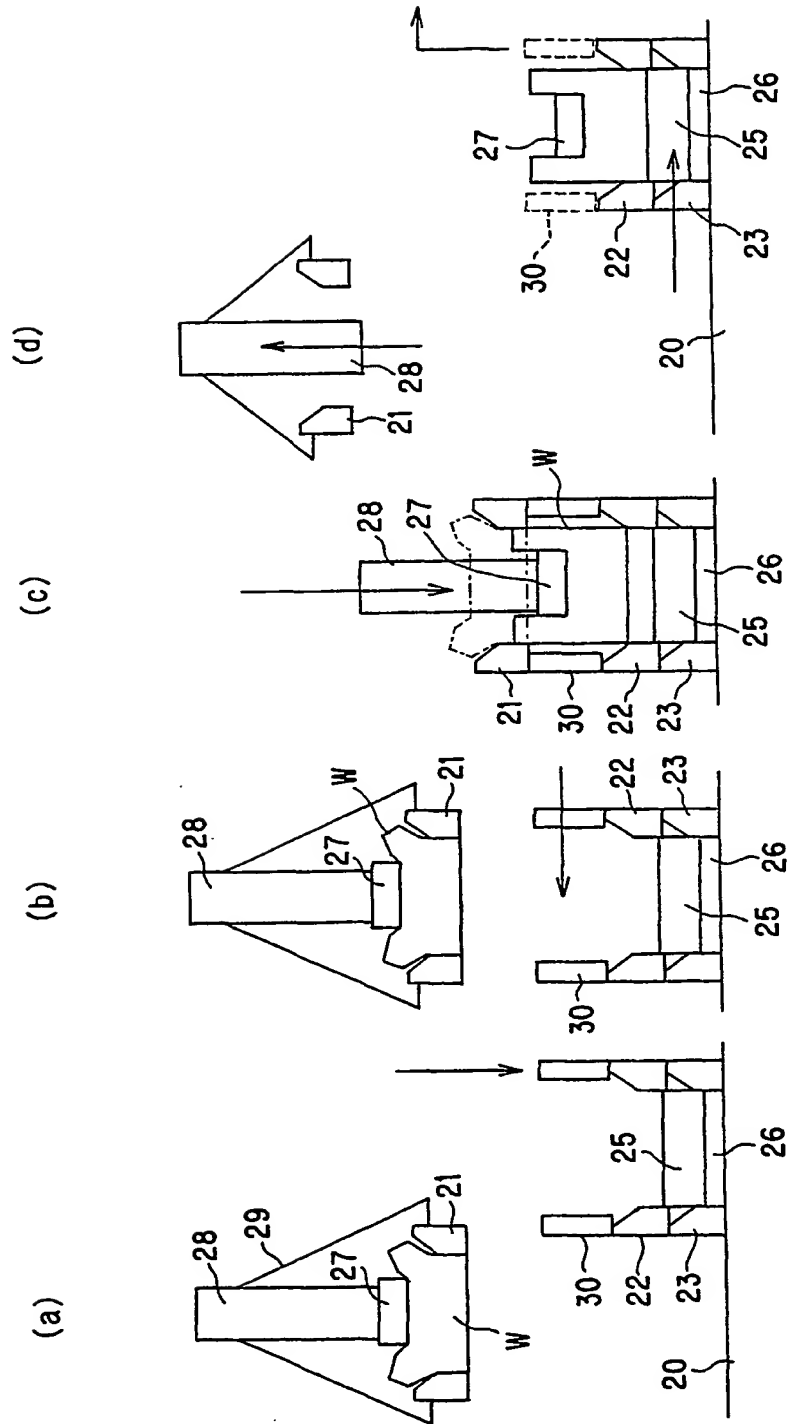


第21図





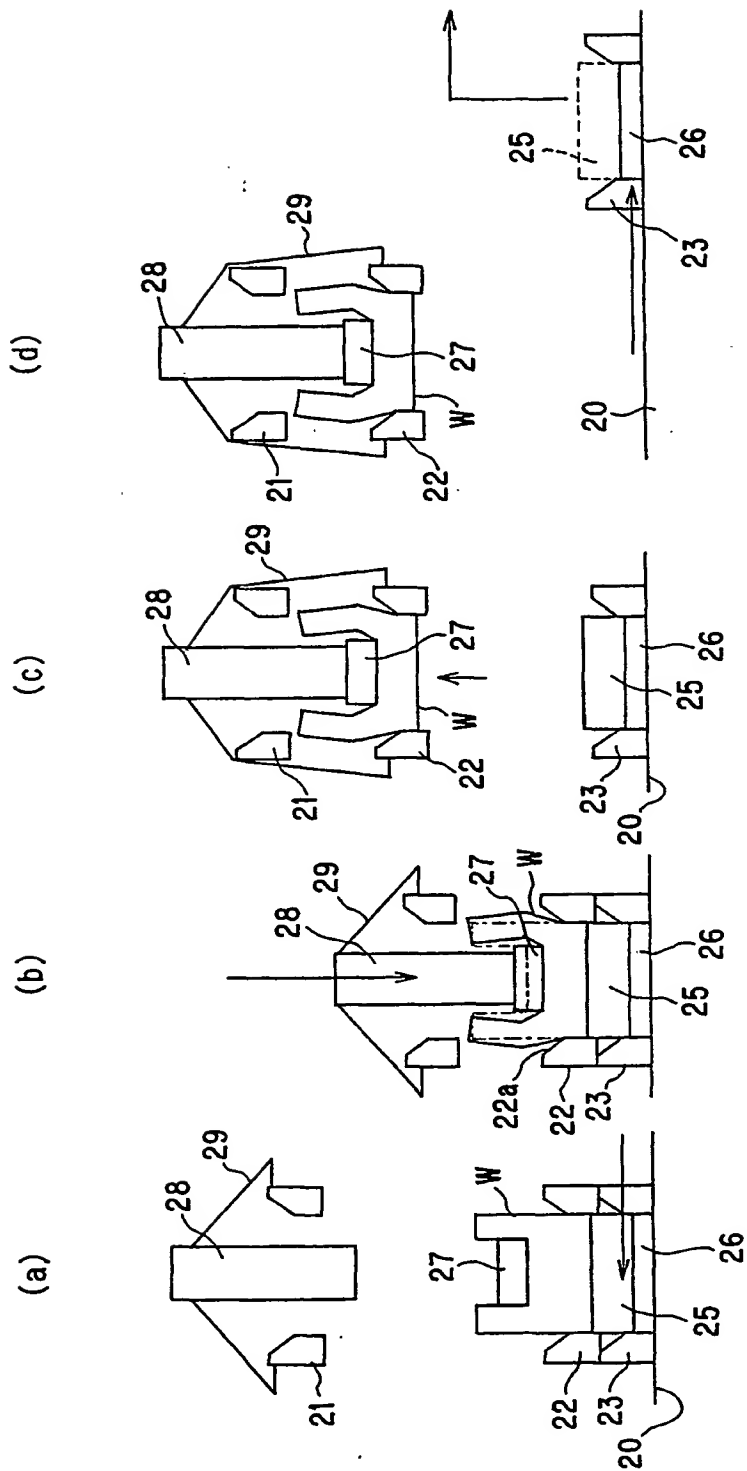
# 第22図





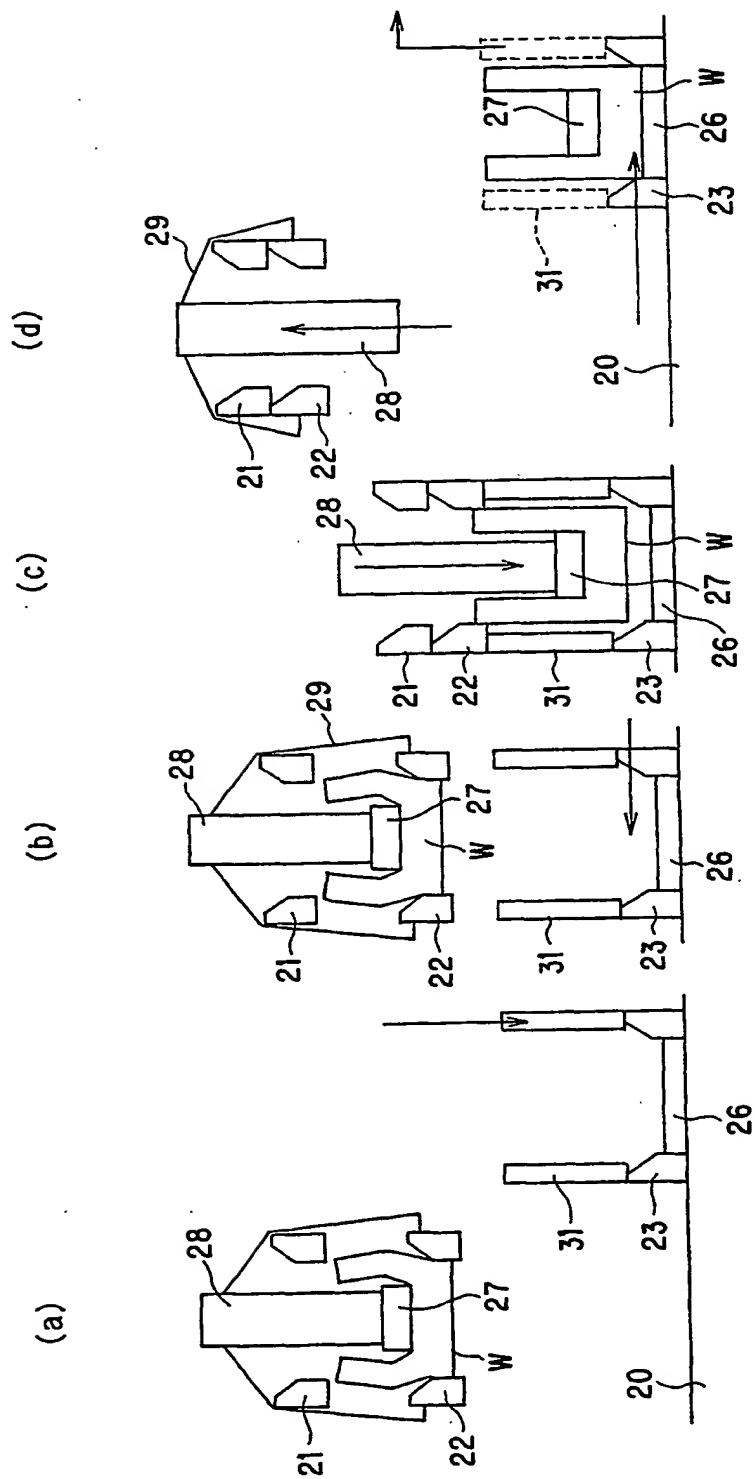


# 第23図



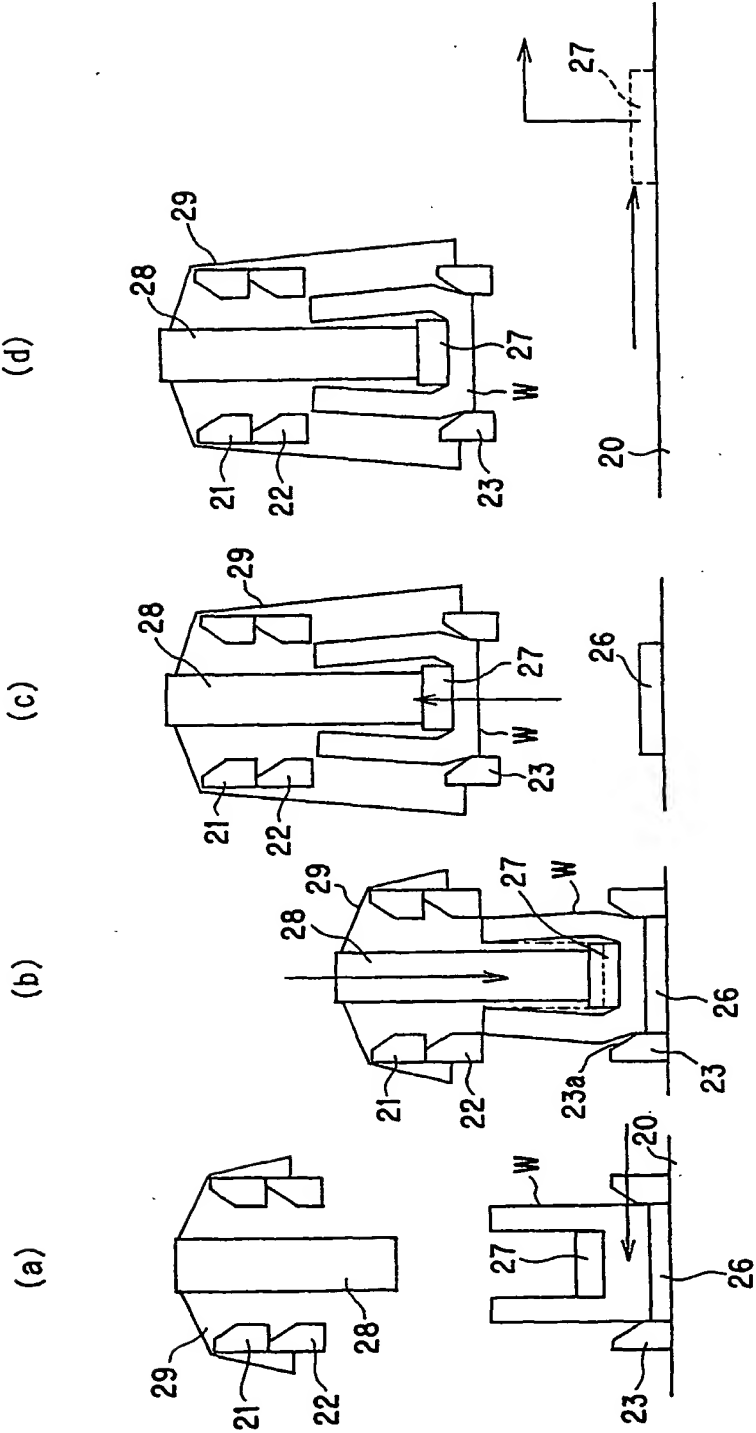


# 第24図



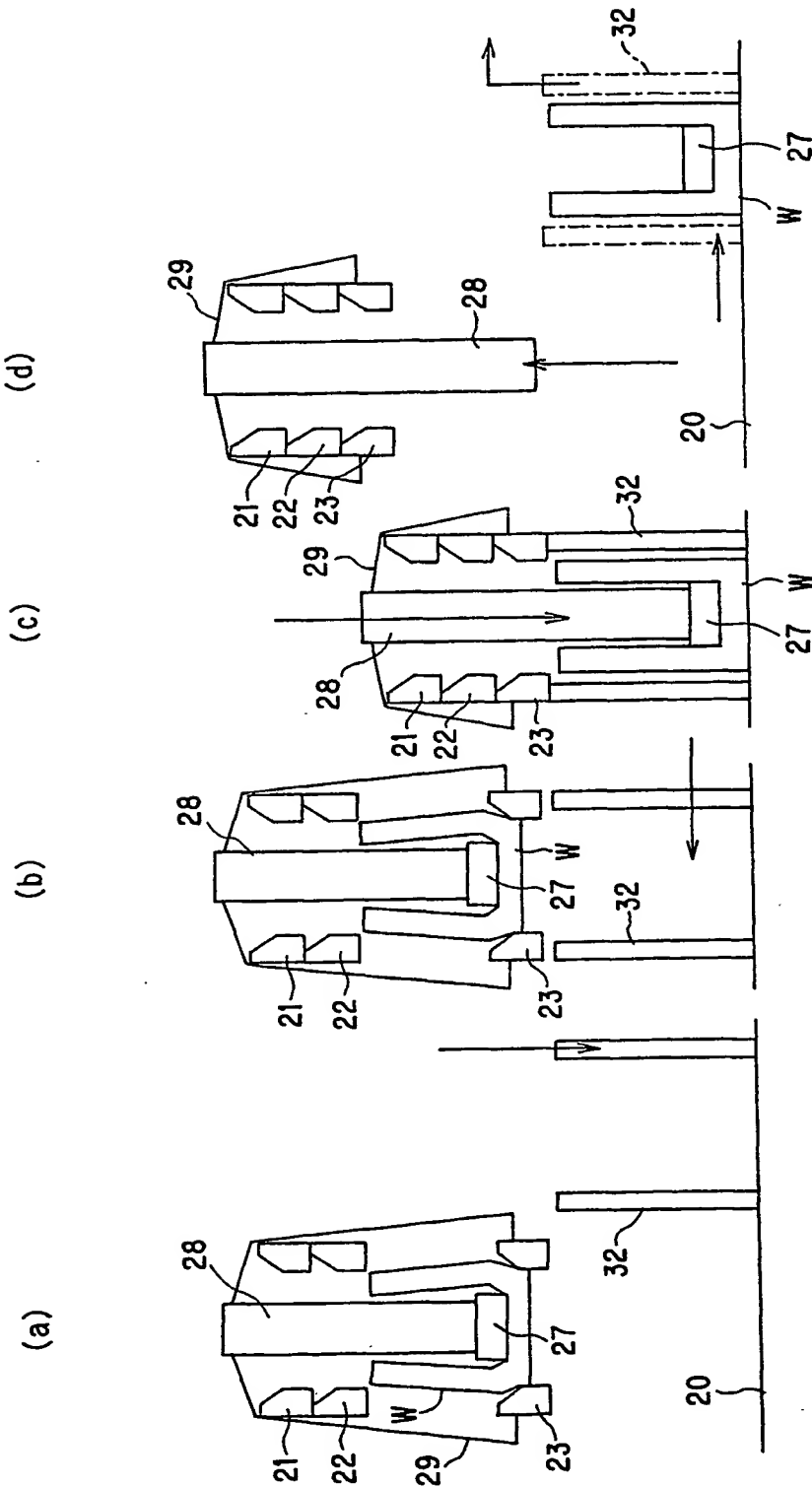


第25図





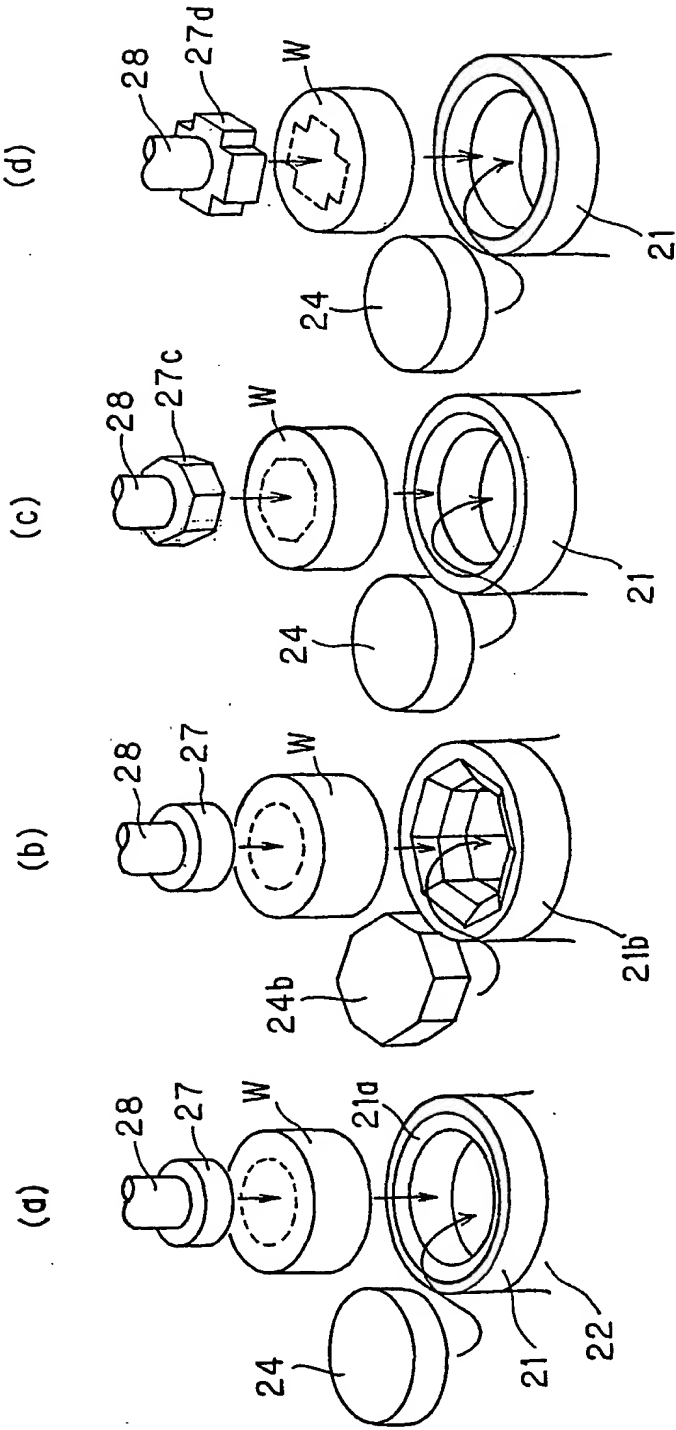
第26図





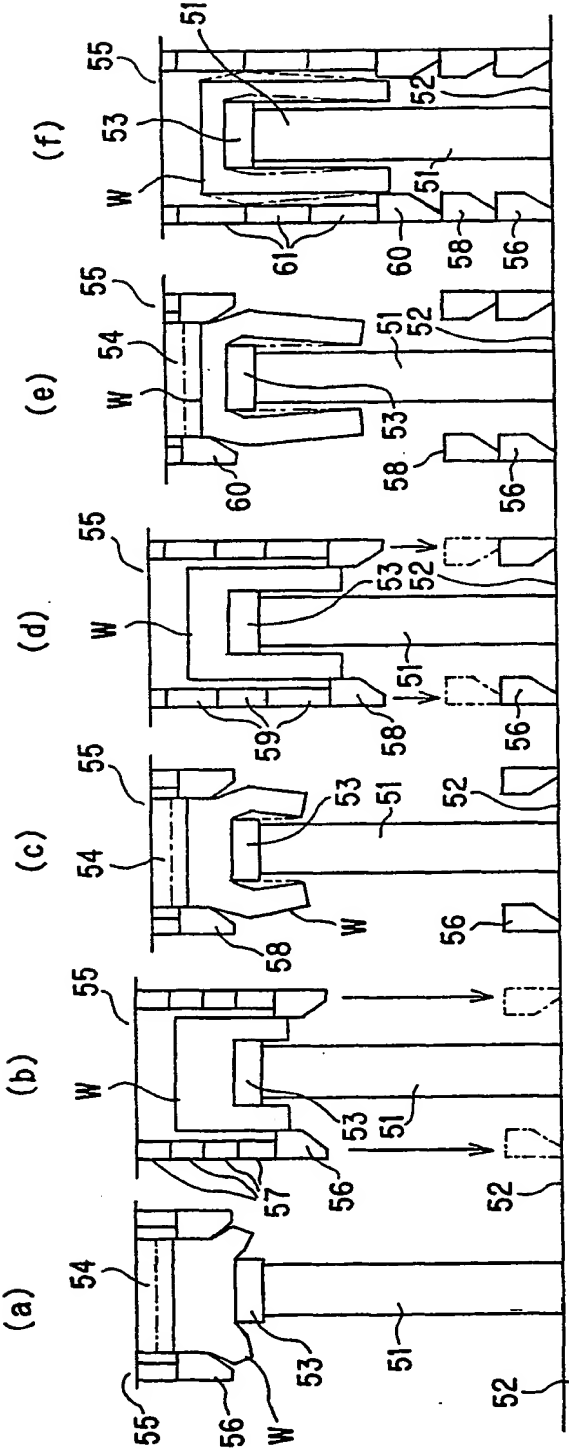


第27図



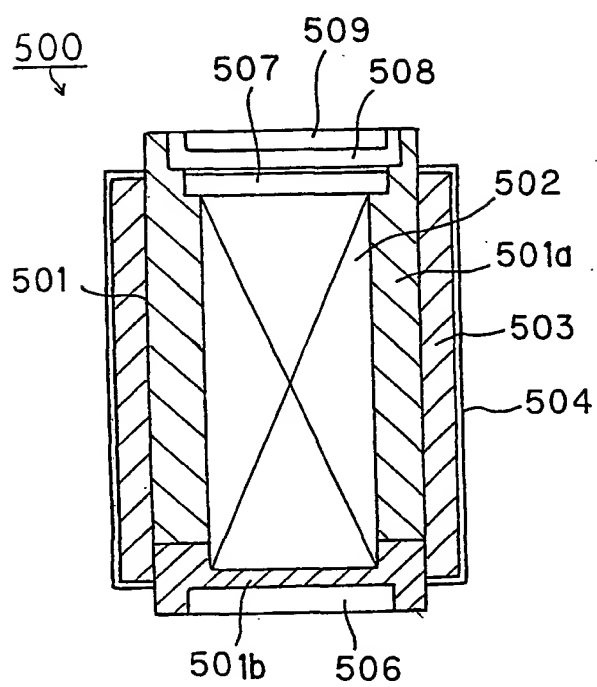


第28図



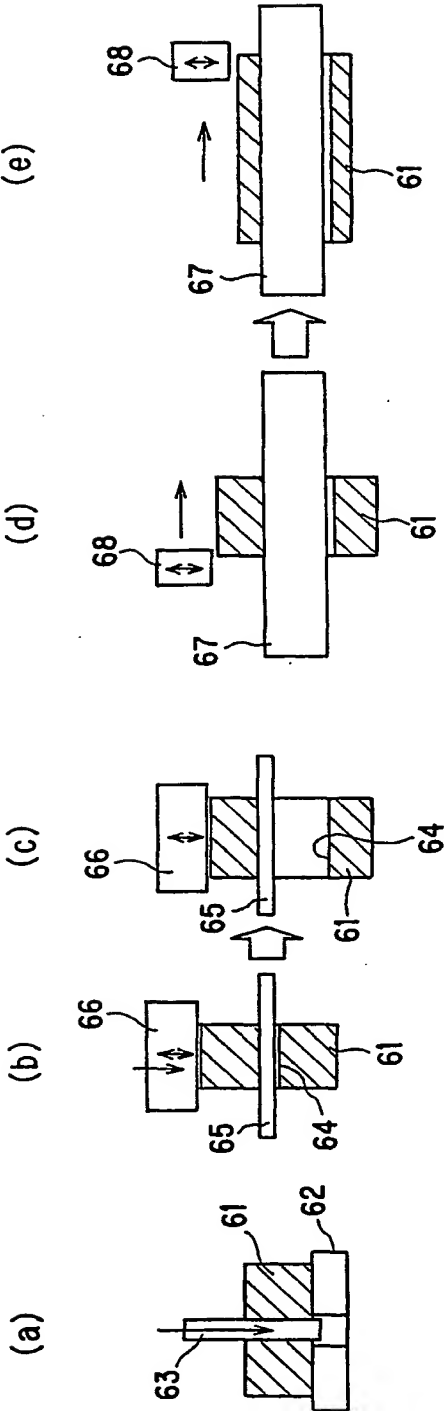


## 第 2 9 図





第30図

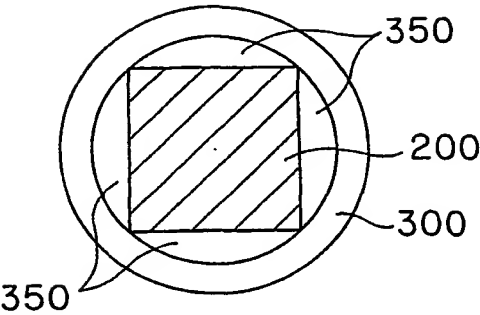




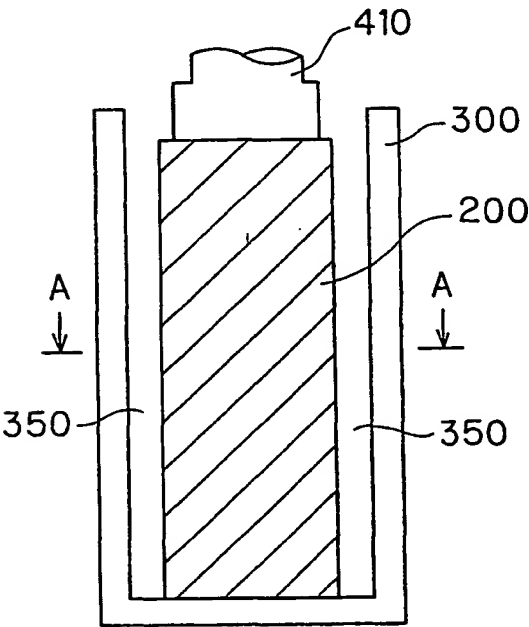
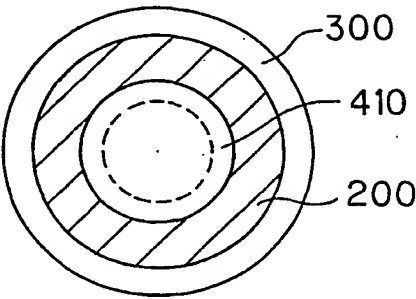


第 3 1 図

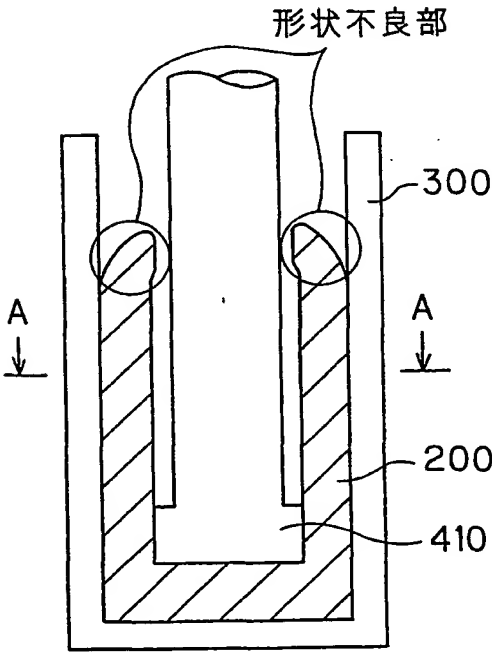
(d') A-A 矢視図



(b') A-A 矢視図



(a)



(b)



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/02420

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G21F5/00, G21F9/36, G21C19/32, B21K21/06  
B21J5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G21F5/00, G21F9/36, G21C19/32, B21K21/06  
B21J5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1940-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-009897 A (Mitsubishi Materials Corporation), 14 January, 2000 (14.01.00), Claim 1; Par. Nos. 0016 to 0019; Figs. 1, 4 (Family: none)	1-11, 23-29, 32-33 1-58
P, Y	DE 19882537 A (Mannesmann AG), 18 May, 2000 (18.05.00), Claim 1; Columns 1 to 3; Figs. 1 to 4 & JP, 2000-190007, A Claim 1; Par. Nos. 0006 to 0012; Figs. 1 to 4	23-58 1-58
E, Y	JP 2001-0832810 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 30 March, 2001 (30.03.01), Par. Nos. 0007, 0030 to 0031, 0050 to 0059; Figs. 1 to 3, 9 to 11 (Family: none)	7-8, 27, 32-33 1-58
Y	JP 51-046670 A (AKEBONO BRAKE INDUSTRY CO., LTD.), 21 April, 1976 (21.04.76), page 2, lower left column, line 14 to lower right column, line 15; Figs. 3 to 5 (Family: none)	12, 23-25, 30-31 1-58

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not  
considered to be of particular relevance"E" earlier document but published on or after the international filing  
date"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is  
cited to establish the publication date of another citation or other  
special reason (as specified)"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other  
means"P" document published prior to the international filing date but later  
than the priority date claimed"I" later document published after the international filing date or  
priority date and not in conflict with the application but cited to  
understand the principle or theory underlying the invention"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered novel or cannot be considered to involve an inventive  
step when the document is taken alone"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered to involve an inventive step when the document is  
combined with one or more other such documents, such  
combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
10 July, 2001 (10.07.01)Date of mailing of the international search report  
24 July, 2001 (24.07.01)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/02420

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 03-106532 A (KUBOTA Corporation), 07 May, 1991 (07.05.91),	12-13, 23-24
A	Full text; all drawings (Family: none)	1-58
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No.084828/1988 (Laid-open No.006135/1990) (AIDA ENGINEERING, LTD.), 16 January, 1990 (16.01.90), Full text; all drawings (Family: none)	1-58
A	JP 54-127859 A (The Japan Steel Works, Ltd.), 04 October, 1979 (04.10.79), Full text; all drawings (Family: none)	1-58

**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1-14, 26 and 32-33 have their inventive concept directed to a radioactive substance containment vessel for reception, transport and storage of spent nuclear fuel assemblies and of substances contaminated with radiation and directed to a method of producing the same. Further, Claims 15-22 have their inventive concept directed to a metal billet for hot expansion forming. Further, Claims 23-25, 27-29, 30-31, 34-37, 38, 42-45, 46 and 50-58 have their inventive concept directed to a vessel, a bottomed vessel producing device, a vessel producing method, a barrel-like article or vessel producing method, a thick-walled metal cylinder-like article or a cylindrical vessel hot-press forming method. No technical relationship including a special technical feature in the sense of Rule 13 based on Patent Cooperation Treaty can be found among these inventions. Therefore, Claims 1-14, 26 and 32-33, Claims 15-22, Claims 23-25, 27-29, 30-31, 34-37, 38, 42-45, 46 and 50-58 do not satisfy the requirements for unity of invention.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☒

No protest accompanied the payment of additional search fees.



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G21F5/00, G21F9/36, G21C19/32, B21K21/06  
B21J5/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G21F5/00, G21F9/36, G21C19/32, B21K21/06  
B21J5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1940-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2001年
日本国登録実用新案公報	1994-2001年
日本国実用新案登録公報	1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y & A	JP, 2000-009897, A (三菱マテリアル株式会社) 14. 1月. 2000 (14. 01. 00), 請求項 1, 段落 0016-0019, 図 1, 4 (ファミリーなし)	1-11, 23-29, 32-33 1-58
P, Y & P, A	DE, 19882537, A (Mannesmann AG) 18. 5月. 2000 (18. 05. 00), 請求項 1, 第 1-3 欄, 図 1-4 & JP, 2000-190007, A, 請求項 1, 段落 0006-0012, 図 1-4	23-58 1-58

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10. 07. 01

国際調査報告の発送日

24.07.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山口 敦司

2 T 9 2 1 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3225

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
E, Y & E, A	JP, 2001-0832810, A (三菱重工業株式会社) 30. 3月. 2001 (30. 03. 01), 段落 0007, 0030-0031, 0050-0059, 図 1- 3, 9-11 (ファミリーなし)	7-8, 27, 32-33 1-58
Y & A	JP, 51-046670, A (曙ブレーキ工業株式会社) 21. 4月. 1976 (21. 04. 76), 第 2 頁左下欄第 14 行-右下欄第 15 行, 図 3-5 (ファミリーなし)	12, 23-25, 30-31 1-58
Y & A	JP, 03-106532, A (株式会社クボタ) 7. 5月. 1991 (07. 05. 91), 全文, 全 図 (ファミリーなし)	12-13, 23-24  1-58
A	日本国実用新案登録出願 63-084828 号 (日本国実用新案登録出願公 開 02-006135 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影し たマイクロフィルム (アイダエンジニアリング株式会社) 16. 1月. 199 0 (16. 01. 90), 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-58
A	JP, 54-127859, A (株式会社日本製鋼所) 4. 10月. 1979 (04. 10. 79), 全 文, 全図 (ファミリーなし)	1-58



## 第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-14, 26及び32-33は、使用済み核燃料集合体や放射線に汚染された物質を収容して搬送、貯蔵するための放射性物質格納容器及びその製造方法についての発明概念である。また、請求の範囲15-22は、熱間拡張成型用の金属ビレットについての発明概念である。また、請求の範囲23-25, 27-29, 30-31, 34-37, 38, 42-45, 46及び50-58は、容器、底付容器の製造装置、容器の製造方法、筒物または容器の製造方法、厚物金属製円筒物または円筒容器の熱間プレス成形法についての発明概念である。そして、これらの発明の間に、特許協力条約に基づく規則13の意味における特別な技術的特徴を含む技術的な関係を見いだすことはできない。よって、請求の範囲1-14, 26及び32-33と、請求の範囲15-22と、請求の範囲23-25, 27-29, 30-31, 34-37, 38, 42-45, 46及び50-58とは発明の単一性の要件を満たしていない。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。



21

1